

P 502/4

9 FEV. 1982

# RAPPORT ANNUEL

Découvrez plus de documents  
accessibles gratuitement dans [Archimer](#)

1980

EXCLU DU PRÊT

CENTRE NATIONAL  
POUR  
L'EXPLOITATION  
DES OCEANS



CNEXO



# RAPPORT ANNUEL

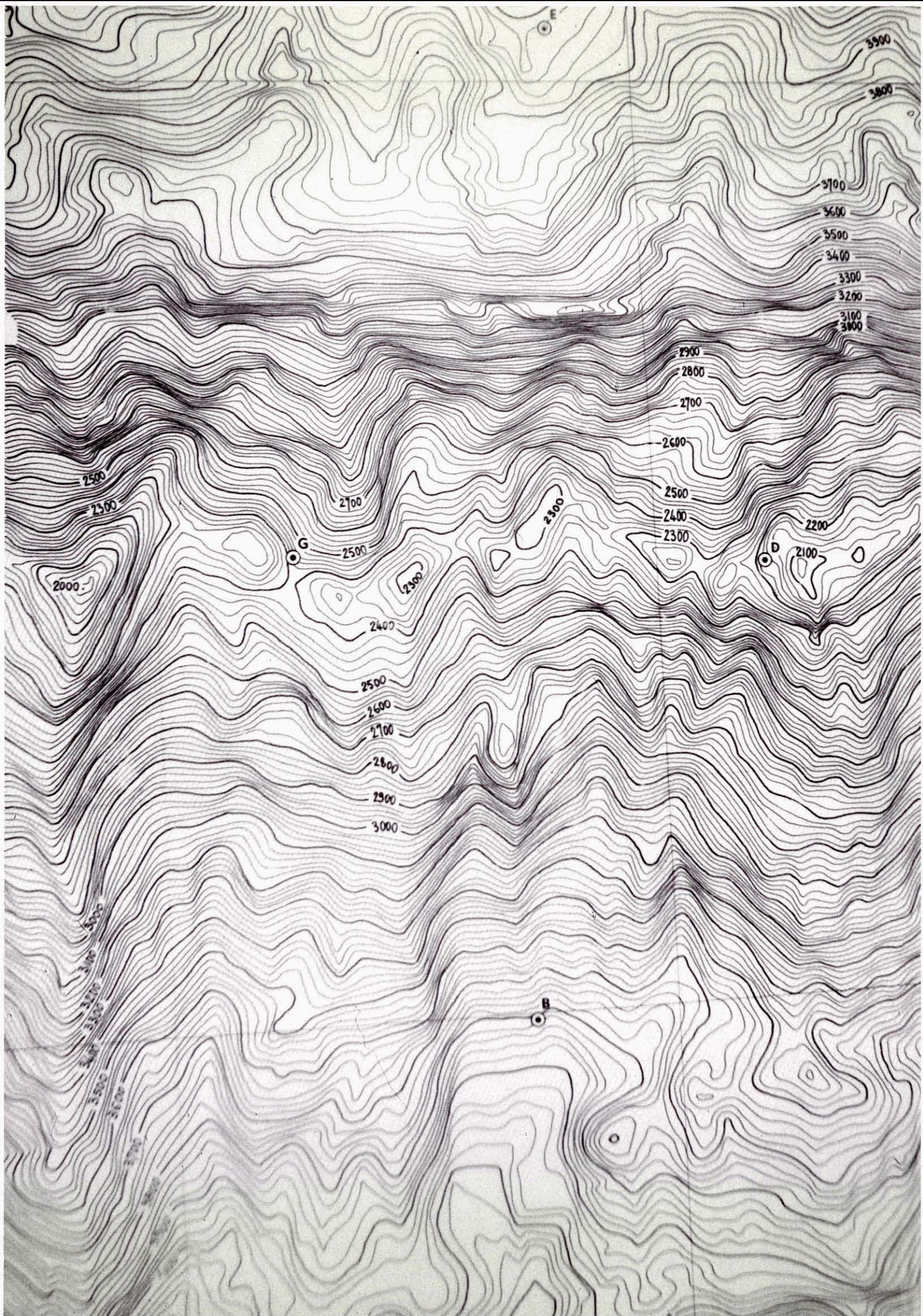
1980

CENTRE NATIONAL  
POUR  
L'EXPLOITATION  
DES OCEANS



CNEXO







---

# Sommaire

---

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>AVANT-PROPOS</b> .....                                              | 5  |
| <b>ÉLÉMENTS DE LA SITUATION DU CNEXO<br/>AU 31 DÉCEMBRE 1980</b> ..... | 6  |
| <b>MISSIONS DU CNEXO</b> .....                                         | 8  |
| <b>APPORTS CARACTÉRISTIQUES DE L'ANNÉE 1980</b>                        |    |
| Ressources vivantes .....                                              | 13 |
| Ressources minérales et fossiles .....                                 | 27 |
| Technologies d'intervention en mer .....                               | 35 |
| Aménagement et protection du milieu marin ...                          | 43 |
| Environnement physique et climatique .....                             | 55 |
| Gestion des données .....                                              | 63 |
| <b>QUESTIONS INTERNATIONALES</b> .....                                 | 66 |
| <b>MOYENS D'ACTION</b>                                                 |    |
| Moyens à la mer .....                                                  | 71 |
| Moyens à terre .....                                                   | 78 |
| Informatique .....                                                     | 80 |
| Questions de personnel .....                                           | 81 |
| Compte financier de l'exercice 1980 .....                              | 82 |
| <b>ANNEXES</b>                                                         |    |
| 1. Structures du CNEXO .....                                           | 89 |
| 2. Index des opérations de programme .....                             | 91 |
| 3. Index des contrats d'incitation .....                               | 92 |
| 4. Publications scientifiques et techniques<br>du CNEXO en 1980 .....  | 96 |







---

# Avant-propos

---

## Le CNEXO dans les années 1980

Le dépôt du Programme d'action à Moyen Terme demandé au CNEXO par le Gouvernement a marqué le départ d'une réflexion intense sur l'océanologie.

Témoignage d'un intérêt marqué pour la mise en valeur des océans, cette réflexion a précisé le cadre dans lequel doit travailler l'organisme dont les missions ont ainsi été clarifiées.

Au service de quatre missions nationales indissociables, le CNEXO constitue en effet un ensemble de recherche et développement original. Il a pour tâches :

- d'animer, d'orienter, de développer en liaison avec les utilisateurs, l'effort de recherche exploratoire national, c'est-à-dire cette recherche de pointe intermédiaire entre la recherche fondamentale, — dont l'objectif est la découverte désintéressée d'un milieu encore largement inconnu —, et la recherche dite « finalisée » qui utilise et combine des connaissances préexistantes en vue d'un objectif précis à finalité économique;
- de permettre à la communauté scientifique de disposer des meilleurs outils, des meilleurs équipements lourds pour poursuivre un effort dont l'efficacité, la productivité scientifique doivent être accrues fortement en raison de leur coût élevé pour la Nation. A cette mission se rattache celle de favoriser le développement des technologies de base utile à la pénétration, à la mesure et à la valorisation du milieu marin;
- d'être l'outil privilégié d'une approche intégrée pluridisciplinaire et intersectorielle de l'effort océanologique;
- de s'assurer du meilleur transfert possible à l'économie des résultats de l'effort public de recherche, notamment en encourageant l'effort privé et en s'y associant.

Le CNEXO assume ces missions en étant présent activement dans les différentes disciplines aux différents stades du processus de Recherche-Développement, de la recherche de base aux prestations de service spécialisées sur le terrain. La réforme interne intervenue depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1979 favorise cette vision intégrée de l'effort océanologique qui lui est demandé.

Dans l'exercice de ces missions, l'effet d'entraînement que peuvent avoir les équipes du CNEXO, par leurs travaux propres, sur les autres équipes nationales est primordial : en matière de recherche de base, l'étude de l'hydrothermalisme sous-marin profond ou encore la dynamique des tourbillons de moyenne échelle, à titre d'exemple, l'illustrent bien. A ce niveau, cet entraînement résulte pour beaucoup des hommes mais aussi d'une capacité à se porter sur des sujets nouveaux, sur des approches nouvelles. Comme il est utile à cet égard d'avoir donné par exemple une impulsion puissante en matière de reproduction des crevettes pénéides, de dynamique des populations, mais aussi en faveur d'une approche intégrée de l'écologie littorale ou encore de la modélisation de la tenue de structures complexes soumises à l'action des éléments ! Comme il est clair aussi que ces choix résultent d'une connaissance particulière des problèmes que rencontrent les équipes de recherche appliquée !

Dans ce dernier domaine, le CNEXO intervient dans des domaines jusqu'ici peu ou mal étudiés — aquaculture nouvelle, gestion du littoral, nodules polymétalliques — et poursuit son action avec un souci constant de transfert à l'économie. Il s'efforce d'intéresser à cette approche des équipes extérieures dans le cadre d'un effort ordonné et cohérent pour ne pas immobiliser plus qu'il serait raisonnable des moyens propres au risque de ne pouvoir porter ses efforts sur de nouvelles pistes. Tel est pour beaucoup le sens de l'action accomplie en accord avec le Ministère des Transports et le Ministère des Universités pour mettre en place les « pôles de recherche-développement » en matière d'aquaculture. Cette action d'entraînement à tous les niveaux se voit déjà dans la réalité des Centres et plus particulièrement du Centre Océanologique de Bretagne. L'installation du Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE), celle du Groupe de Support Général pour la Gestion des Stocks, qui procèdent d'initiatives du CNEXO, la création du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) avec l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) pour ne citer que les réalisations les plus récentes, en témoignent. Riches sont les possibilités qu'ouvre encore le seul campus français réellement pluridisciplinaire à ceux qui, pour un temps plus ou moins long, voudront se joindre ou s'associer aux équipes du CNEXO pour dégager de nouveaux horizons, pour approcher de plus près la réalité océanique de demain.

Gérard PIKETTY  
Président Directeur Général  
du CNEXO



# Éléments de la situation du CNEXO au 31 décembre 1980

En 1980, la dotation budgétaire globale dont a disposé le CNEXO s'est élevée à 271 122 013 F, dont 239 989 920 F provenant de la subvention de l'État et 31 132 093 F des ressources propres.

Les autorisations de programmes accordées par l'État et affectées aux opérations d'investissement ont été de 75 415 964 F, compte tenu d'un transfert de 2 885 036 F ayant servi à réaliser l'équilibre de la section de fonctionnement. La part de la dotation de l'État réservée à cette section de fonctionnement s'élève ainsi à 164 573 956 F. Pour l'ensemble des deux sections, la dotation de l'État est en augmentation de 28 691 000 F par rapport à 1979.

Les moyens financiers globaux dont a disposé le CNEXO au cours de son 13<sup>e</sup> exercice ont été supérieurs de 39 554 577 F à ceux de l'année précédente.

La dotation globale de fonctionnement apparaît en augmentation de 19,3 % par rapport à 1979 et celle d'investissement est majorée de 5,8 %.

Les effectifs autorisés au 31 décembre 1980 étaient de 467 agents.

Les engagements de la ligne A (crédits d'incitation) s'élèvent à 54 117 467 F (51 712 497 F en 1979) représentant 59,6 % de l'ensemble des dépenses d'investissements. Sur cette somme 38 % concernent les programmes relatifs aux ressources vivantes, 12,9 % les ressources minérales, 26,9 % les interventions sous-marines, 7,9 % les interactions océan-atmosphère et 0,5 % les études économiques.

Il est cependant plus significatif de comparer le montant des budgets intégrés par thèmes ou budgets de programmes à ceux de l'année 1979.

Les investissements consacrés à l'équipement des navires et engins (ligne B) ont été portés à 16 248 904 F en 1980 contre 13 275 241 F en 1979. Ils ont concerné la construction du sous-marin « SM 97 » (- 6 000 mètres), la refonte du N/O « CORIOLIS » et divers équipements.

Les dépenses de constructions immobilières et d'équipements scientifiques, techniques, administratifs (ligne C) ont augmenté en 1980 de 126 %, en raison de l'achèvement de la construction du dernier bâtiment de la Base Océanologique de Méditerranée (BOM) et de la construction sur le site du Centre Océanologique de Bretagne (COB) du bâtiment du CEDRE.

## BUDGET DE PROGRAMME

*Le montant du budget de programme par thème (ou budget intégré) comprend, pour chaque thème, le total des crédits d'investissement, soit :*

- les crédits d'incitation consacrés aux opérations coordonnées par le CNEXO, qu'elles soient menées ou non par lui (ligne A),
- les autres crédits d'investissement consacrés directement aux thèmes :

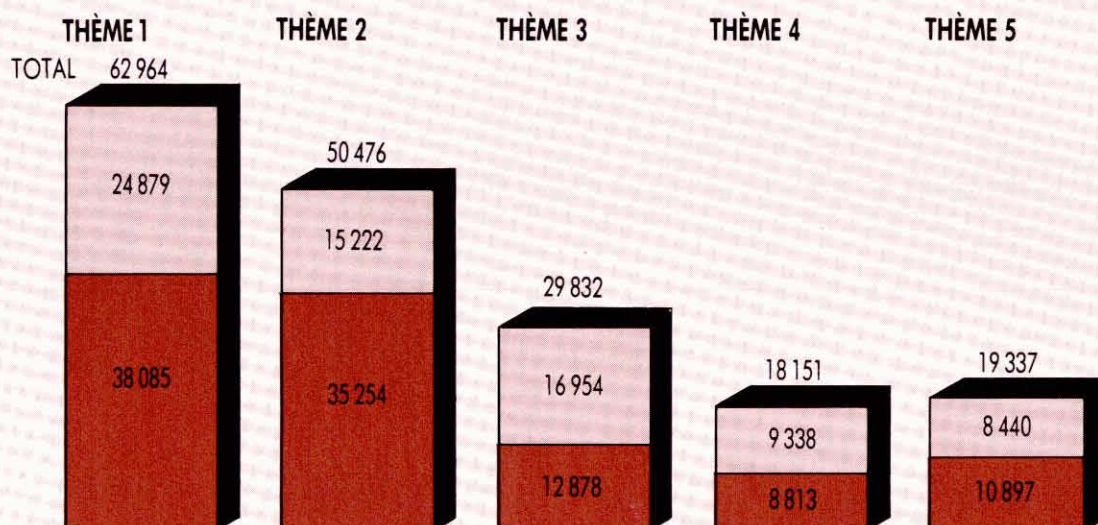
ligne B (moyens à la mer),  
ligne C (constructions et équipements immobiliers),  
ligne D (coopération internationale),  
ligne F (informatique),

- et le total des crédits de fonctionnement consacrés à chacun des thèmes (dont en particulier la ligne G : crédits de fonctionnement flotte océanologique et grands équipements).

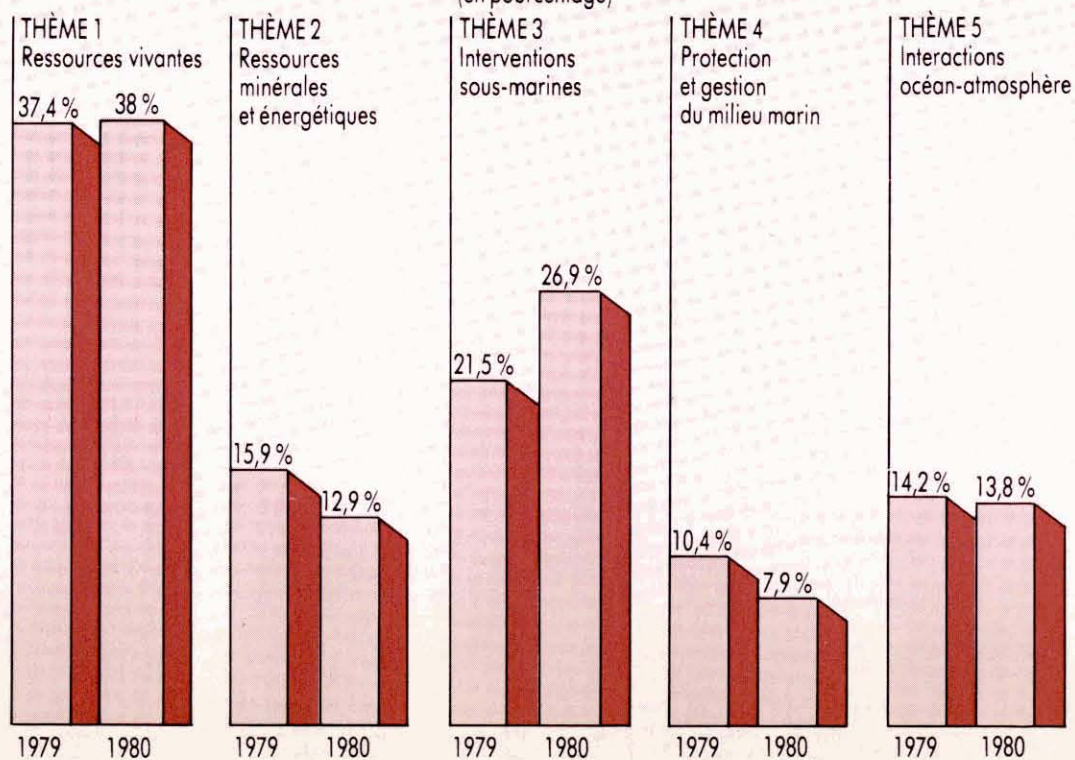


### MONTANT DU BUDGET INTÉGRÉ PAR THÈMES EN 1979 ET 1980 (en milliers de francs)

Investissement  
Fonctionnement



### RÉPARTITION PAR THÈMES DES CRÉDITS D'INCITATION (LIGNE A DU BUDGET) CONSACRÉS AUX OPÉRATIONS COORDONNÉES OU MENÉES PAR LE CNEXO\* (en pourcentage)



\* 0,5 % de ces crédits sont consacrés aux Études économiques.



# Missions du CNEXO

Au début de l'année 1980, une nouvelle organisation de la recherche océanographique était mise en place selon les grandes lignes adoptées au Comité Interministériel de la Mer, réuni sous la présidence du Premier Ministre le 15 novembre 1979. Ces dispositions préfiguraient, pour l'océanologie, les décisions arrêtées le 3 avril 1980 par le Premier Ministre et relatives au financement de la recherche.

Au terme des décisions prises, les actions de recherche appliquée correspondant à une finalité précise ont été regroupées en ensembles dénommés programmes. Pour chacun de ceux-ci un ministère a été chargé d'arrêter les grands objectifs, de veiller à la mise en place des moyens nécessaires, de suivre les résultats et prendre les dispositions générales nécessaires à leur valorisation. Ces programmes finalisés sont les suivants :

- « Pêche » et « Aquaculture », placés sous la responsabilité du *Ministre des Transports*,
- « Ressources minérales » et « énergie », placés sous la responsabilité du *Ministre de l'Industrie*,
- « Gestion écologique du milieu marin », placé sous la responsabilité du *Ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie*.

Par ailleurs, le Ministère des Universités a été chargé de faire la synthèse des actions de recherche fondamentale conduite en France et de proposer dans ce domaine les équilibres nécessaires dans l'affectation des moyens communs lourds aux diverses disciplines en indiquant en tant que de besoin les priorités. Un Délégué à la Recherche Fondamentale, M. DERCOURT, a été désigné à cet effet auprès du Ministre des Universités, et l'action dans ce domaine des équipes relevant de ce ministère est désormais coordonnée plus étroitement par une structure légère dénommée PIRO (Programme Interdisciplinaire de Recherche Océanologique) dont le directeur est le Professeur CHESSELET.

Enfin, un Comité de l'Océanologie, placé sous la présidence du Président de la *Mission Interministérielle de la Mer* et la vice-présidence du Président du CNEXO, chargé de veiller à la cohérence d'ensemble des activités de Recherche et Développement, en particulier pour l'évaluation des programmes et le bilan des actions entreprises, a été institué.

Dans le cadre de cette réorganisation, les responsabilités nationales du CNEXO ont été clairement précisées et l'action de l'organisme s'est développée en 1980 conformément aux missions qui lui ont été confiées à ce niveau. Ces responsabilités sont au nombre de trois :

## COORDINATION ET HARMONISATION DES PROGRAMMES OCÉANOLOGIQUES : ACTION DU CNEXO AU SEIN DU COMITÉ DE L'OCÉANOLOGIE

Le CNEXO est chargé d'apporter son concours technique au Comité de l'Océanologie dans l'exercice de missions d'orientation, de coordination et d'évaluation des programmes. Il doit notamment rassembler, pour le compte du Comité, l'ensemble des informations scientifiques, techniques et financières relatives aux actions menées sous la responsabilité des Ministres concernés par l'Océanologie.

Au cours de l'année 1980, les travaux du Comité de l'Océanologie ont été marqués par :

- a - l'adjonction aux cinq programmes finalisés mentionnés ci-dessus d'un programme « coopération » concernant les actions menées dans la zone de responsabilités du Ministère de la Coopération et répondant à des préoccupations ne se rattachant pas aux autres programmes finalisés;
- b - l'adoption d'un programme de recherche exploratoire présenté par le CNEXO et qui s'est progressivement défini dans son double rôle d'accompagnement des programmes finalisés et de promotion des voies nouvelles;
- c - l'amélioration de la cohérence entre les programmes et les moyens : pour améliorer la cohérence entre les programmes et les moyens qui leur sont nécessaires, le CNEXO dans sa responsabilité de gestionnaire des moyens communs lourds a proposé une procédure nouvelle d'attribution des temps de campagnes à la mer pour les navires hauturiers qui a recueilli l'accord du Comité et fonctionne de manière satisfaisante. Le principe de cette procédure repose sur la présentation par le CNEXO au Comité de l'Océanologie, dès le début de l'année  $n$  moins 1 ( $n - 1$ ), coïncidant avec la présentation devant ce Comité par les responsables des différents ministères de leurs programmes pour cette année ( $n$ ). L'avis du Comité permet alors au CNEXO d'apporter les retouches nécessaires pour atteindre les objectifs retenus. Une nouvelle présentation pour avis peut être envisagée à la fin du premier semestre de l'année ( $n - 1$ ), lorsque sont connus définitivement les crédits qui pourront être affectés pour l'année ( $n$ ) au fonctionnement de la flotte;

- d - le renforcement des efforts dans ce domaine de l'océanologie : donnant suite aux propositions du Comité, le Gouvernement a amorcé en 1980 un effort



particulier portant sur la sous-enveloppe « Océanologie » du budget de la recherche et sur les crédits de développement mis en place dans les ministères. Cet effort qui s'est accentué en 1981 a porté principalement :

- sur la recherche fondamentale par la mise à disposition de la Communauté scientifique d'un nombre accru de jours de mer,
- sur un développement des recherches touchant à la gestion écologique du milieu marin,
- sur le développement de technologies de lutte contre les pollutions accidentelles,
- sur les actions de développement en aquaculture,
- sur l'accélération du programme « nodules polymétalliques »,
- sur la création ou la modernisation des moyens communs lourds (sous-marin 6 000 m, refonte du navire « JEAN CHARCOT »).

## INCITATION ET PROMOTION

### En matière de recherche exploratoire et de promotion de voies nouvelles

Le CNEXO a été spécifiquement chargé de l'animation de la recherche dite « exploratoire », niveau intermédiaire entre la recherche fondamentale qui a pour objectifs la connaissance désintéressée, et la recherche finalisée qui utilise et combine des connaissances préexistantes en vue d'un objectif précis à finalité économique directe ou indirecte selon des échéances précises. A cet égard, la politique suivie par le CNEXO en liaison étroite avec la DGRST vise à :

- assurer l'indispensable liaison entre la recherche de base et les recherches finalisées en poussant les équipes compétentes à orienter leur activité vers des besoins de connaissances exprimés par les responsables des programmes finalisés;
- promouvoir des voies nouvelles se rattachant à des finalités possibles d'exploitation, de gestion ou de conservation du milieu marin mais non encore perçues ou appréhendables par les responsables ministériels des programmes finalisés.

Dans un cas comme dans l'autre l'action du CNEXO s'est développée d'une part à partir d'incitations s'adressant aux laboratoires universitaires ou industriels, d'autre part par la mise en œuvre d'un programme exploratoire propre, conduit par ses équipes et associant des équipes extérieures et dont relèvent notamment les travaux concernant l'hydrothermalisme, l'étude générale des marges continentales intéressant l'industrie pétrolière ou encore celle des mécanismes régissant la genèse et les caractéristiques des gisements de nodules polymétalliques.

### En matière d'actions intersectorielles et complexes

Dans un cadre de responsabilités désormais réparties entre les différents ministères, il était particulièrement

important de veiller à une promotion efficace des actions intersectorielles nécessaires pour assurer la cohérence de l'effort océanologique et tenir compte des interactions naturelles ou non qui peuvent se développer dans le milieu marin. Le CNEXO a été plus particulièrement chargé de cette promotion, la notion « d'actions intersectorielles » étant prise au sens large d'actions combinant des moyens humains, scientifiques, techniques qui, du fait de leur structure de rattachement ou du découpage des responsabilités, ne sont pas naturellement amenés à se combiner.

Dans la même perspective la mission d'organiser et de conduire les opérations complexes d'intérêt général nécessitant l'engagement d'équipements importants et divers a été confirmée au CNEXO.

### En matière de mise au point de technologies d'intérêt commun

L'océanologie constitue un des domaines dans lesquels, de manière caractéristique, le progrès des connaissances passe très souvent par la réalisation et l'utilisation d'outils nouveaux. Si certains de ces outils sont étroitement limités à un domaine précis, dans de nombreux cas, les applications à court ou moyen terme d'une nouvelle technologie sont multiples, et peuvent concerner plusieurs grands programmes océanologiques. C'est la raison pour laquelle le CNEXO, outre la réalisation des moyens techniques spécifiques à tel ou tel programme, s'est vu confier la mission de proposer et définir les actions technologiques d'intérêt commun, et d'en assurer la maîtrise d'œuvre. Ces actions portent en grande partie sur les moyens de pénétration, d'intervention, de mesure et de prélèvement dans le milieu marin. Outre leur intérêt pour les programmes scientifiques, ces moyens peuvent être précieux pour les actions de reconnaissance pré-industrielle à grande profondeur pour lesquelles l'industrie n'est pas équipée.

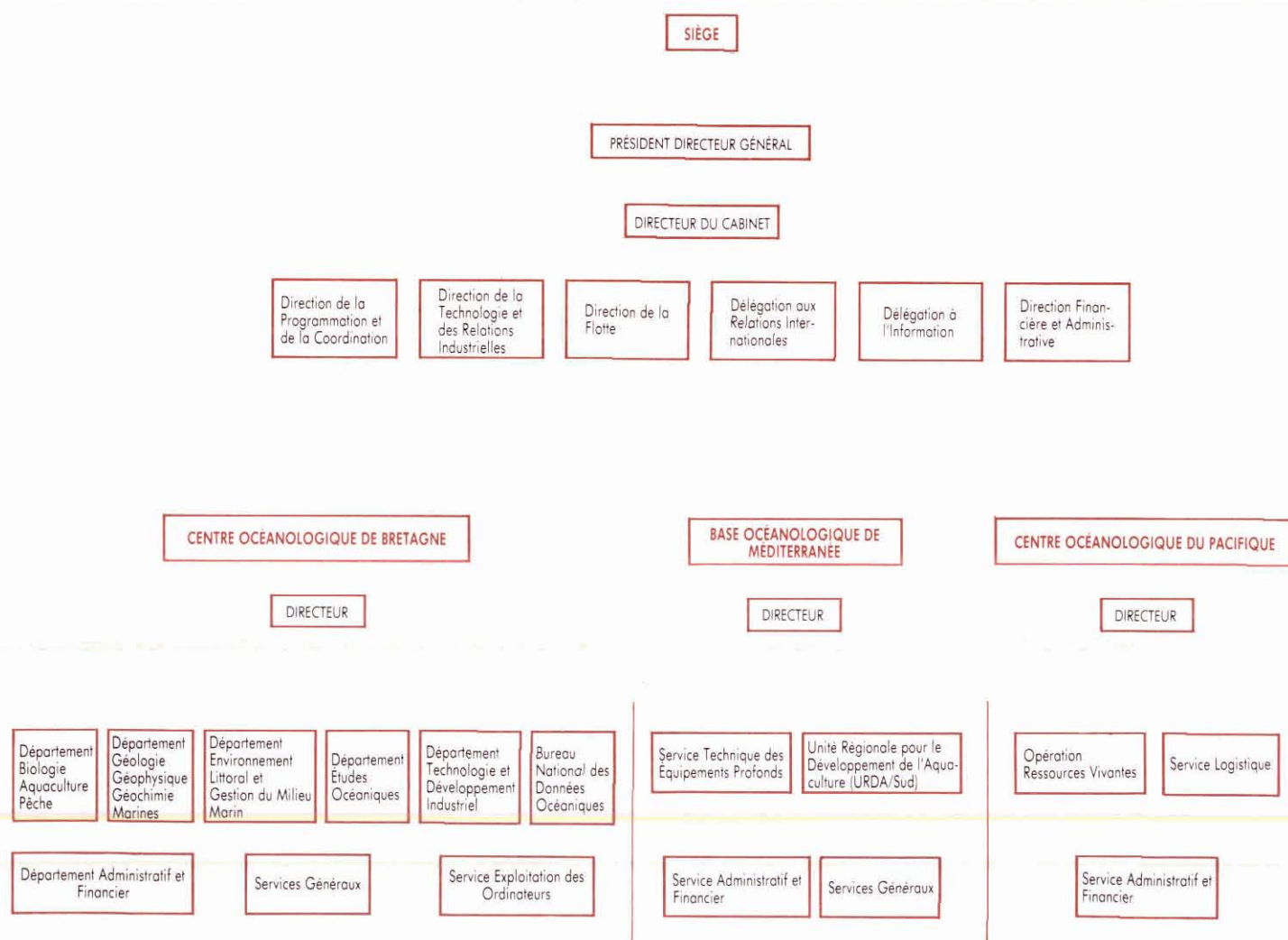
## RÉALISATION ET GESTION DES ÉQUIPEMENTS LOURDS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL

Depuis sa création, le CNEXO est chargé de la réalisation et de la gestion des équipements lourds d'intérêt général, comprenant les moyens d'essais et de qualification de matériels, les banques de données et les bases documentaires et surtout la flotte océanologique composée en 1980 de neuf unités de surface d'un tonnage variant de 2 200 tonnes à 225 tonnes et d'un submersible pouvant atteindre la profondeur de 3 000 mètres. La programmation de cette flotte au bénéfice des différents utilisateurs implique une concertation d'ensemble organisée à l'initiative du CNEXO selon la procédure déjà mentionnée ci-dessus.

Cependant à la gestion des navires et submersibles, s'ajoute de plus en plus celle des équipements communs mobiles — ensemble de matériels et de systèmes très variés — qui évoluent techniquement très rapidement, et auxquels il convient de rattacher la notion de « parc



## ORGANIGRAMME GÉNÉRAL DU CNEXO\*



\* Se reporter à l'annexe 1 détaillée



national» de matériel, qui soulève par ailleurs des questions non négligeables d'entretien et de mise en œuvre. Cette notion qui s'est d'abord concrétisée dans la gestion de l'instrumentation lourde nécessaire à l'océanologie physique, devrait s'étendre à d'autres domaines notamment celui de la géophysique.

Hormis les actions relatives à l'exercice de ses responsabilités au niveau national, le CNEXO est naturellement habilité à poursuivre des actions ressortant du programme de Recherche Fondamentale ou des programmes finalisés.

## RECHERCHE FONDAMENTALE

Son action dans ce domaine, si elle est relativement limitée, répond néanmoins aux motivations suivantes :

- rester au plan national l'outil privilégié de liaison entre les différents secteurs de la recherche océanologique et avoir la compétence nécessaire à l'exercice de sa mission de synthèse et de promotion de la recherche exploratoire,
- valoriser dans ce domaine sa capacité originale à monter des opérations lourdes et complexes,

— avoir une présence dans les disciplines les plus susceptibles d'intéresser son propre effort de recherche finalisée,

— s'intéresser à des problèmes nouveaux plus abordés au plan national,

— préserver une animation de haut niveau du Centre Océanologique de Bretagne grâce notamment à la présence fréquente de chercheurs étrangers de qualité.

## RECHERCHE FINALISÉE

La particularité du CNEXO dans ce domaine est d'intervenir de façon relativement équilibrée dans les divers programmes finalisés qui ont été retenus par le Gouvernement. A l'intérieur de chacun d'eux le CNEXO a cherché à se spécialiser dans des domaines originaux en s'attachant à poursuivre dans une certaine mesure son action plus en aval vers des opérations de service pour compte de tiers avec le souci général d'accélérer le transfert possible à l'économie ainsi que d'en mesurer plus exactement les difficultés. Ces actions qui sont soumises à l'appréciation des responsables ministériels des programmes finalisés, correspondent, conformément à la vocation du CNEXO, à une part importante de son activité.

## FILIALES DU CNEXO

### Groupeement d'Intérêt Économique pour la Gestion des Navires Océanologiques (GENAVIR)

Sans capital

Répartition des droits :

|                                                                                    |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| - CNEXO.....                                                                       | 50 % |
| - Compagnie Générale Maritime (CGM) .....                                          | 45 % |
| - Compagnie des Moyens de Surface adaptés à l'exploitation des océans (SURF) ..... | 5 %  |

### FRANCE-AQUACULTURE, Filiale de développement et de valorisation de l'Aquaculture

Capital : 1 000 000 francs

Répartition :

|              |       |
|--------------|-------|
| - CNEXO..... | 100 % |
|--------------|-------|

### Société pour le Développement de l'Aquaculture en Bretagne (SODAB)

Capital : 3 169 000 francs

Répartition :

|                                                              |      |
|--------------------------------------------------------------|------|
| - CNEXO.....                                                 | 72 % |
| - Crédit Agricole Mutuel .....                               | 16 % |
| - Société de Développement de la Région Bretagne (SDR) ..... | 12 % |
| - Divers .....                                               | 1 %  |

### Groupeement pour la Construction et l'Exploitation d'un Navire de Transport de matériel (GECENAT)

Capital : 100 000 francs

Répartition :

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| - CNEXO.....                              | 45 % |
| - Compagnie Générale Maritime (CGM) ..... | 55 % |

## PARTICIPATION

Participation au capital COMEX/Industries : 10 %







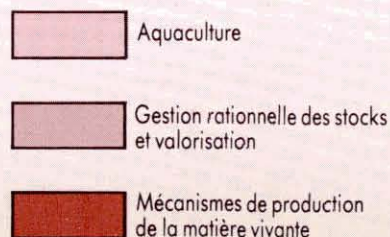
# Apports caractéristiques de l'année 1980

L'action menée en 1980 continue à être organisée autour de cinq thèmes d'orientation dans lesquels s'inscrivent des contrats passés par le CNEXO avec des organismes publics, des laboratoires universitaires et des sociétés privées ainsi que les actions propres de l'organisme. Chacun des grands thèmes d'activité renferme un ou plusieurs objectifs à caractère semi-permanent dont la définition est fondée comme pour les thèmes sur les finalités. Enfin, à chaque objectif, correspond une ou plusieurs opérations de recherche à programmation annuelle, homogène en ce qui concerne la nature de l'activité poursuivie, et faisant l'objet d'une gestion financière spécifique en termes du budget de programme. Au sein de chacun des grands thèmes d'activité, l'équilibre des efforts entre les différentes natures de recherche (recherches fondamentale, exploratoire, finalisée et développement technologique) est déterminé en particulier en tenant compte des efforts d'autres organismes spécialisés et des équipes extérieures de recherche fondamentale. Dans son application, une telle politique prend appui sur les possibilités du CNEXO en matière d'incitation et revêt souvent un caractère promotionnel.

## a - ressources vivantes

Ces activités sont marquées par un sensible accroissement des opérations d'aquaculture. Après une période promotionnelle d'une dizaine d'années, au cours de laquelle les activités se sont concentrées sur la recherche en laboratoire et l'expérimentation de terrain, le développement de l'aquaculture a réellement débuté depuis quelques années et le CNEXO a entrepris avec sa filiale FRANCE-AQUACULTURE une valorisation à large échelle géographique de l'acquis existant. Le CNEXO poursuit par ailleurs des études de biologie des pêches et de dynamique des populations sur quelques stocks exploités par les flottilles métropolitaines. Enfin, le CNEXO a acquis une compétence reconnue en matière d'études des écosystèmes profonds. Ces travaux ont été effectués en 1980 autour de trois objectifs :

Budget de programme du thème 1  
par objectif,  
comprenant crédits d'investissement  
et crédits de fonctionnement est le suivant,  
(en milliers de francs)





## 1. AQUACULTURE

### UN PROGRAMME PRIORITAIRE

L'année 1980 a été celle de l'approbation par le Gouvernement d'un plan ambitieux en aquaculture. Lors du Conseil des Ministres du 5 novembre 1980, le Ministre des Transports, qui a la responsabilité de définir et de mettre en œuvre la politique aquacole, a indiqué la volonté gouvernementale de développer d'ici à 1990, d'une part la conchyliculture, d'autre part l'aquaculture dite « nouvelle ». L'objectif visé est d'augmenter la production d'huîtres et de moules d'un tiers d'ici 1985 et de deux tiers en 1990, et d'atteindre pour l'aquaculture une production minimale de 5 000 tonnes en 1985 et de 15 000 tonnes en 1990, contre 400 à 450 aujourd'hui.

Pour la conchyliculture, l'objectif devrait être atteint par :

- une extension des sites offerts à cette activité sur le domaine public maritime,
- un effort particulier en faveur de la formation des hommes et de la modernisation des structures professionnelles,
- une ouverture sur les marchés à l'exportation.

Pour l'aquaculture, les mesures proposées consistent à :

- concentrer les premiers efforts sur les espèces dont la technologie est la mieux maîtrisée (truites de mer, saumons, loupes, crevettes pénaïdes et chevrettes), le premier objectif étant de favoriser la création d'une trentaine d'entreprises chaque année,
- revoir le mécanisme d'incitation financier de l'État pour assurer une meilleure prise en charge des risques tenant à l'imperfection actuelle des techniques de production,
- mettre au point deux programmes spéciaux qui concerneront les salmonidés (déficit du commerce extérieur : 350 millions de francs), et les loupes,
- centrer, plus particulièrement, l'effort de recherche-développement, piloté par le CNEXO sur les poissons plats de haute valeur et notamment sur le turbot.

Pour les deux secteurs d'activité, la politique de réservation de l'espace sera organisée : les préfets de régions littorales ont été chargés d'établir des schémas de réservation des zones aquacoles et conchylicoles.

### UNE ORGANISATION DE L'EFFORT DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Au niveau régional, le principe de l'organisation de l'effort de recherche et d'expérimentation en aquaculture, autour de notion de « pôles régionaux de recherche et développement », a été adopté en 1980 et a connu un début de réalisation.

La création de telles structures vise à mieux faire travailler ensemble les différentes équipes, à harmoni-

ser l'effort public de recherche et développement, ainsi qu'à fournir aux diverses autorités régionales et locales un interlocuteur de compétence reconnue.

Au niveau régional, la mise en place de structures de coordination de la recherche et de concertation sous la forme de « pôle régional de recherche-développement » est en cours. La création de trois pôles est prévue :

- pôle Ouest-Normandie (côte de la Manche et de l'Atlantique jusqu'à la Loire),
- pôle Méditerranée (côte méditerranéenne et Corse),
- pôle Atlantique (côte Atlantique de la Loire à la frontière espagnole).

La constitution d'un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) entre plusieurs partenaires, dont le CNEXO et les Universités du Languedoc et de Marseille, a permis en 1980 la définition du deuxième « pôle » pour l'harmonisation des recherches concernant la Méditerranée. Une formule semblable est retenue pour le pôle Ouest-Normandie. Les travaux seront poursuivis au sein de chacun de chaque pôle à trois échelons différents : recherche, expérimentation et développement.

Au premier échelon, les partenaires associés, a priori dans un GIS (Universités, CNRS, Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (ISTPM), Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts (CEMAGREF), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), sont chargés d'orienter et coordonner leurs différents programmes de recherche de base en fonction des particularités et des besoins régionaux.

Au second échelon, sont conduites les expérimentations de terrain par les organismes publics, d'une part, des entrepreneurs privés, de l'autre, l'action de ces derniers étant suivie par les équipes scientifiques les plus compétentes au sein du GIS.

Au troisième échelon, les deux fonctions à remplir sont l'assistance administrative et financière d'une part et l'assistance technique de l'autre (prospection des sites et des partenaires, études des sites et des projets, mise en place de sessions de formation, assistance technique de « routine »). La première de ces fonctions est confiée au Délégué régional à l'aquaculture, représentant du Ministère des Transports.

Au niveau national, les dispositions prises visent à orienter davantage les laboratoires de recherche fondamentale vers les recherches plus exploratoires sur des espèces ou groupes d'espèces faisant l'objet d'expérimentations aquacoles. Afin de favoriser la mobilisation de nouvelles équipes, tout en préservant la qualité scientifique et l'originalité des recherches, cet effet sera développé, en collaboration étroite avec le CNRS et la Mission de la Recherche du Ministère des Universités, dans le cadre d'une Action Thématique Programmée (ATP), dont l'objet est de conduire les équipes fondamentales à l'étude des questions de la physiologie des espèces exploitées et de faciliter le développement de ces recherches au sein de l'Université. Cette action sera engagée en 1981.



## FAITS MARQUANTS AUX NIVEAUX PRÉDÉVELOPPEMENT ET DÉVELOPPEMENT

### En Manche Atlantique

#### *Salmonidés*

La production des salmonidés (truites de mer et saumons) sur laquelle s'appuiera le plan « Salmonidés » établi par le Gouvernement, quoiqu'encore faible, marque un net décollage que freinent encore des problèmes techniques (passage de l'été en mer) et commerciaux (présentation au consommateur d'un nouveau produit capable de concurrencer les importations de saumon courant).

Sur ce dernier point, il convient de relever la création du « groupement des aquaculteurs-salmoniculteurs du Trégor-Goëlo » afin de traiter certaines questions touchant à la distribution des produits et à la commercialisation. La production de truites arc-en-ciel élevées en mer pendant la campagne 1979-1980 s'est élevée à 235 tonnes pour la zone Manche-Atlantique (115 tonnes en 1978-1979). Elle a été réalisée par 17 exploitations, la plus importante étant la SODAB\*. En ce qui concerne l'élevage du saumon à la SODAB, les prévisions de commercialisation pour l'année 1980 étaient de 80 tonnes et permettaient d'envisager l'équilibre du compte d'exploitation. La production a été, en réalité, de 56 tonnes, cette différence s'expliquant par la mise en élevage d'un lot de saumons *Coho* qui n'a pas donné

\* La SODAB, société anonyme depuis 1976, constitue la première Station de Démonstration, d'Expérimentation et de Valorisation de l'Aquaculture (DEVA) créée par le CNEXO en 1974 afin d'expérimenter en vraie grandeur les résultats obtenus par les équipes de recherche, en particulier sur les salmonidés.

satisfaction (passage en mer de 20 tonnes, pour une commercialisation finale de 3 tonnes). Les solutions à certaines questions techniques ont également progressé à la SODAB en 1980, en particulier l'amélioration de l'alevinage et de l'élevage en eau salée, une bonne utilisation des « raceways » et une première utilisation des cages d'estuaire.

#### *Ormeau*

Avec une production de plus de 100 000 jeunes ormeaux, l'écloserie d'Argenton a accru en 1980 sa capacité de production en améliorant sensiblement les rendements durant les premières semaines de vie. Les premières recaptures des ormeaux en grossissement en habitats artificiels auront lieu en 1981.

#### *Palourde*

En 1980, a été lancé un programme de développement de la culture de la palourde sur la façade Atlantique. Ce programme, financé par l'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche (ANVAR) et le CNEXO, et conduit sur le terrain par le CNEXO, l'ISTPM et certains laboratoires universitaires, prévoit l'ensemencement, en milieu ouvert et en claires, de près de 7 millions de palourdes sur 38 000 m<sup>2</sup> entre Bretagne Sud et Gironde. Les professionnels interviennent directement dans la conduite des opérations, avec l'assistance scientifique et technique des équipes scientifiques. Les sites retenus se situent dans le Finistère Sud (Ile Tudy), en Loire-Atlantique (Le Croisic), en Vendée (Bouin), en Charente-Maritime (Marennes-Oléron) et en Gironde (Arcachon). La technique généralement retenue est celle de semis sur sol de naissains de 6 à 7 mm protégés par un enclos de type vertical.

### ***Élevage d'ormeaux à Argenton.***





**TABLEAU DES PRINCIPAUX RÉSULTATS PAR ESPÈCES  
EN FRANCE ET DANS LES DOM-TOM POUR 1980**

| Espèces                  | Type d'élevage                                                     | Production actuelle                      | Nombre d'entreprises                                                           | État du développement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MÉDITERRANÉE</b>      |                                                                    |                                          |                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Loup                     | élevage intensif<br>écloserie<br>grossissement                     | 600 000 alevins<br>10 tonnes             | 4<br>9<br>(État et exploitants individuels)                                    | Rentabilité de l'élevage acquise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Crevette japonaise       | élevage intensif<br>écloserie<br>grossissement                     | 1 tonne                                  | 1<br>3<br>(État et association de Maguelone)                                   | En l'absence d'exploitation de taille commerciale, la rentabilité n'a pu être démontrée. Cette production paraît sur le littoral français méditerranéen encore éloignée de l'équilibre économique en élevage intensif ou semi-intensif. Des progrès importants restent à faire sur la vitesse de croissance, à la survie, la production économique de post-larves, la nutrition, la technologie et la pathologie. |
| Daurade                  | élevage intensif                                                   |                                          | 3 exploitations expérimentales (État et privé)                                 | La maîtrise du cycle de reproduction n'est pas obtenue                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>MANCHE-ATLANTIQUE</b> |                                                                    |                                          |                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Truite arc-en-ciel       | élevage intensif<br>grossissement                                  | 235 tonnes dont 115 en Manche-Atlantique | 15<br>État 1<br>pêcheurs 10<br>indépendants 4<br>industriels 2                 | Rentabilité de l'élevage acquise au prix actuel du marché                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Saumon Coho              | élevage intensif<br>grossissement                                  | 80 tonnes                                | 6<br>dont une seule (SODAB) ayant atteint un niveau significatif de production | Rentabilité prochaine à condition que certaines difficultés techniques (maîtrise de la reproduction; passage de l'été) soient maîtrisées.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Palourde                 | élevage semi-extensif<br>grossissement                             | quelques dizaines de tonnes              | 1<br>(nombreuses exploitations conchylicoles)                                  | Au prix actuel du marché la rentabilité est assurée sauf mortalité accidentelle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Sole                     | élevage expérimental<br>semi-intensif                              | nulle                                    | 3<br>(stations expérimentales)<br>État 2<br>autre 1                            | Stade expérimental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Turbot                   | élevage expérimental<br>intensif                                   | négligeable                              | 2<br>État 1<br>entreprise privée 1                                             | Stade expérimental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Ormeau                   | élevage semi-extensif<br>écloserie<br>grossissement                |                                          | 1<br>(quelques expériences pêcheurs, conchyliculteurs)                         | Rentabilité en cours de démonstration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>ZONE TROPICALE</b>    |                                                                    |                                          |                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Chevrette                | élevage intensif<br>et semi intensif<br>écloserie<br>grossissement | 4 millions post larves<br>15 tonnes      | petites exploitations<br>Tahiti-Martinique<br>Tahiti-Martinique                | Rentabilité acquise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Crevette                 | élevage intensif<br>et semi intensif<br>écloserie<br>grossissement | 5 à 10 tonnes                            | petites exploitations<br>Nouvelle Calédonie et<br>Polynésie                    | Rentabilité en cours de démonstration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tortue de mer            | élevage intensif<br>grossissement                                  | 150 tonnes en 1981                       | Réunion 1                                                                      | Rentabilité acquise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Loup                     | élevage intensif<br>grossissement<br>expérience en cours           | 1 projet de production de 300 tonnes     | Martinique 1                                                                   | Rentabilité en cours de démonstration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



## Turbot

Cofinancée par la Région Bretagne et le CNEXO, une éclosérie-nurserie de turbots a été mise en chantier à la SODAB à la fin de l'année 1980. Il s'agit d'une installation-pilote devant permettre de tester à grande échelle les techniques mises au point dans le hall d'aquaculture du COB. Elle s'est fixée pour objectif la production de 100 000 alevins par an, aptes à passer dans des structures de grossissement en mer.

## En Méditerranée

Les résultats obtenus concernent le grossissement du loup et de la crevette pénéide : dans les installations-pilotes du CNEXO à Palavas-les-Flots, au Centre d'Aide par le Travail des Compagnons de Maguelone et dans les installations de Méditerranée-Pisciculture, ces deux dernières exploitations étant liées au CNEXO par contrat.

Pour le loup, l'ensemble de la production sur la côte méditerranéenne en 1980 s'est élevée à un peu moins de 10 tonnes, en incluant la production du GAEC « Les Poissons du Soleil », et pour la crevette à un peu moins d'une tonne.

Les résultats techniques obtenus ont été suffisamment significatifs pour qu'un programme de développement portant sur quatre ans puisse être présenté en fin d'année par le Ministre des Transports aux autorités régionales en Corse, en dépit d'un attentat qui a endommagé, au cours de l'été 1980, les installations et détruit la moitié du cheptel du pilote expérimental de Pinia à Ghisonaccia (Haute-Corse) mis en service au printemps 1979. Le premier objectif de ce pilote était de vérifier sur place et à échelle suffisante que les standards de production atteints permettraient effectivement d'engager la construction de fermes.

## En milieu tropical

En milieu tropical, l'année 1980 a été celle du démarrage des premières grandes réalisations extérieures au CNEXO et d'un afflux de demandes d'assistance et d'expertises concernant essentiellement les crevettes de mer et les crevettes d'eau douce (chevrettes). Ces résultats confirment la validité des techniques développées et leur transfert au développement.

Les travaux se sont déroulés au Centre Océanologique du Pacifique (COP) (Vairao) dont les six groupes de soutien concourent à l'activité de l'unité de pré-développement. Un certain nombre de projets sont, par ailleurs, menés en association avec les Territoires de la Polynésie Française et celui de la Nouvelle-Calédonie, le transfert au développement s'effectuant la plupart du temps par l'intermédiaire de la filiale du CNEXO, FRANCE-AQUACULTURE.

### Crevette d'eau douce (chevrette)

En 1980 l'éclosérie-pilote de Vairao a produit 2,5 millions de post-larves nécessaires au développement des expériences de grossissement. Ce dernier est effectué :

- à l'unité-pilote d'Opunohu : unité dont la gestion a été reprise en 1980 par l'École d'Agriculture, et dont les récoltes se sont élevées à 3,9 tonnes,
- dans une première ferme privée de 3 hectares mise en eau en février, les premières récoltes s'élevant à 2 tonnes,
- dans une ferme de 10 hectares installée à Teahupoo, constituée sous forme de société anonyme avec participation majoritaire (51 %) de FRANCE-AQUACULTURE (AQUAPAC). Le premier semencement a été effectué en décembre 1980.

Par ailleurs, l'éclosérie de démonstration de la Martinique a prouvé en 1980 son efficacité. Les essais de grossissement en eaux acides menés en Guyane ont également été satisfaisants et le développement devrait démarrer en 1981 par la construction d'une éclosérie et de plusieurs fermes de grossissement.

### Crevette de mer

Les travaux menés sur les crevettes de mer en Polynésie Française et en Nouvelle-Calédonie ont concerné différentes espèces : *P. monodon*, *P. stylirostris*, *P. vannamei*, *P. merguensis* et *P. japonicus*. L'ensemble des résultats obtenus en 1980 confirme que les techniques de ponte et d'élevage larvaire sont parfaitement performantes lorsqu'elles s'appliquent à des femelles mûres prêtes à pondre provenant du milieu naturel. En revanche, lorsqu'il n'est pas possible de s'approvisionner en femelles sauvages prêtes à pondre (ce qui est le cas pour la Nouvelle-Calédonie et la Polynésie, s'agissant d'espèces d'Amérique centrale, *P. vannamei* et *P. stylirostris* par exemple), la progression de cet élevage dépend pour l'essentiel des progrès qui doivent être faits en matière de reproduction en captivité. L'ensemble des conditions induisant la maturité sexuelle, l'accouplement et la ponte, parfaitement défini pour des espèces telles que *P. japonicus*, est loin de l'être pour les espèces telles que *P. vannamei* et *P. stylirostris* malgré certains progrès techniques remarquables, en particulier le recours à l'implantation artificielle des spermatophores pour suppléer l'absence de comportement d'accouplement chez les mâles.

Les premières récoltes de l'unité-pilote de grossissement d'Opunohu en Polynésie ont été faibles (750 kg) en raison de salissures très importantes de fonds de bassins liées à une mise en eau tardive (développement d'herbes) et à un mauvais fonctionnement de la station de pompage. L'unité a été remise en état et réensemencée en décembre avec *P. stylirostris*.

Par ailleurs, la société SODACAL, pour l'étude et la réalisation d'une ferme importante en Nouvelle-Calédonie avec participation locale et japonaise, a été créée en 1980.

En outre, l'éclosérie « Équateur » (contrat FRANCE-AQUACULTURE, cf. encadré) est entrée en fonction en août et 30 millions de post-larves de *P. stylirostris* et *P. Vannamei* ont été produites en septembre et novembre. Ces résultats prouvent que, si l'on dispose d'ani-



## ACTIONS DE FRANCE-AQUACULTURE EN 1980

1980 a été la deuxième année complète de fonctionnement de la Société FRANCE-AQUACULTURE, constituée en 1978 par le CNEXO sous forme de filiale à 100 % afin de :

- créer et gérer les installations de terrain où se démontre la faisabilité technique et économique de l'aquaculture dans le cadre de programmes définis par le CNEXO,
- fournir à tous clients publics ou privés, français ou étrangers, désireux de créer ou de développer des installations d'aquaculture, les services nécessaires : études de sites, prestations d'ingénierie, formation du personnel, assistance technique.

### Gestion des installations de terrain pour le compte du CNEXO

**DEVA/SUD** (Palavas-les-Flots - Hérault) : les travaux menés en 1980 ont concerné :

- l'élevage larvaire du loup pour lequel certaines difficultés restent à surmonter,
- le début d'un programme de formation de techniciens d'écloserie de loups,
- la production de post-larves de *P. japonicus* dont la technique est tout à fait fiable depuis plusieurs années.

**NOIRMOUTIER** (Vendée) : les résultats obtenus en 1980 ont concerné le turbot et la sole.

**PINIA** (Corse) : malgré un attentat qui a fortement perturbé le fonctionnement de la station, les premiers résultats obtenus pour la croissance du loup ont été tout à fait satisfaisants (cf. p. 00).

**SAINT-VINCENT** (Nouvelle-Calédonie) : les résultats du grossissement des crevettes pénéides ont été inégaux en 1980. En revanche, les productions d'écloserie ont connu une nette amélioration.

**MARTINIQUE** : les travaux menés dans l'écloserie-pilote pour la production de chevrettes ont permis de confirmer en 1980 la fiabilité de la technique de production de post-larves de *Macrobrachium rosenbergii* à haute densité mise au point à Tahiti (technique de production en eau claire).

**GUYANE** : un essai de grossissement de chevrettes *Macrobrachium rosenbergii* a été tout à fait satisfaisant en 1980. On prévoit dès 1981 le développement de cet élevage avec l'engagement d'une écloserie de production en fin d'année 1981.

### Activités d'ingénierie et d'assistance technique pour le compte de tiers

Elles ont compris en 1980 :

- des études de développement régional permettant le diagnostic des potentialités aquacoles de certaines régions :

**ÉGYPTE** : plan de développement de l'aquaculture et de la pêche pour le Gouvernorat Égyptien de la mer Rouge,

**ALGÉRIE** : étude des possibilités de développement de l'aquaculture pour le compte du Secrétariat d'État à la Pêche,

**SÉNÉGAL** : analyses des possibilités de développement de l'aquaculture,

**GUINÉE-BISSAÛ** : étude des possibilités aquacoles de zones caractérisées par la grande productivité primaire des eaux côtières,

**PANAMA** : étude de faisabilité d'une écloserie de crevettes,

**ÉQUATEUR** : étude des potentialités de développement de l'aquaculture de crevettes.

- des réalisations de projets :

**SICILE** (Isola Longa) : FRANCE-AQUACULTURE a été chargée de monter, pour le compte d'une société italienne (SIME), une station d'élevage de loups et de crevettes japonaises. Il est prévu pour fin 1982 une production d'environ 800 000 alevins de loups et 3,5 millions de post-larves de crevettes dont la plupart seront mis en grossissement sur le site. En 1980, une écloserie légère de crevettes a été montée et un cycle de production d'alevins de loups a été testé.

**ÉQUATEUR** (région de Guayaquil). Conception et fonctionnement d'une écloserie de crevettes pénéides, d'une capacité de 240 millions de post-larves par an dans la première phase. En 1980, la construction de l'écloserie et les premiers tests en bassin de production de post-larves ont été menés à bien.

**AQUAPAC** : Société anonyme avec participation majoritaire (51 %) de FRANCE-AQUACULTURE, installée à Teahupoo pour le grossissement des chevrettes. Le premier ensemencement a été effectué en décembre 1980.

- des études de projet :

**CORSE** (municipalité de Propriano) : choix de site, définition et étude technico-économique pour l'implantation d'une ferme de grossissement de loups.

**MADAGASCAR** (Nossi-Bé) : choix d'un site d'un projet-pilote et définition d'un programme de développement pour l'élevage des crevettes pénéides.

**INDONÉSIE** (région de Kalimantan) : choix d'un site pour la réalisation d'une écloserie et d'une ferme de crevettes. Préparation d'un avant-projet de réalisation.

**PHILIPPINES** : étude de faisabilité d'un projet d'élevage de mollusques et crevettes pénéides.





Ferme de Pinia : essai d'oxygénation de l'eau par aérateurs à hélices.

maux adultes pêchés dans le milieu naturel, les procédés d'induction de la production en captivité, de fécondation artificielle et d'élevage larvaire sont satisfaisants sur le plan d'une éclosérie commerciale.

#### *Mollusques*

La production de naissains en éclosérie et les essais de grossissement de moules (*Perna viridis*), d'huîtres (*Crassostrea echinata*) et de palourdes (*Venerupis semidecussata*) en lagunes en Polynésie (Service de la Pêche) et en baie de St-Vincent en Nouvelle-Calédonie se sont poursuivis en 1980.

## 2. GESTION RATIONNELLE DES STOCKS

Les travaux ont porté sur la définition des méthodes de détermination de l'état d'un stock de poissons et son évolution. Ils ont été poursuivis par le Groupe de Support Général (GSG), constitué en 1979 par l'ISTPM, l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) et le CNEXO, d'une part, et les équipes propres du COB, d'autre part, continuant leurs études en cours sur certaines espèces halieutiques.

## MISSIONS ET TRAVAUX DU GSG

La création d'un Groupe de Support Général en 1979 avait pour objet l'harmonisation au plan national des programmes de recherche, plus particulièrement en matière de gestion rationnelle des stocks, en fonction des objectifs prioritaires définis par la Direction des Pêches Maritimes. Il vise également l'accentuation des recherches de base, indispensable à l'établissement de modèles efficaces, fournissant ainsi aux experts scientifiques français participant à des groupes de travail internationaux l'aide méthodologique nécessaire. Installé au Centre Océanologique de Bretagne, le GSG, essentiellement composé de dynamiciens des populations, est placé sous l'autorité du Comité Directeur de la Recherche Halieutique (CDRH), présidé par le Directeur des Pêches Maritimes. 1980 a été la première année de travail du GSG. Les études ont été menées dans le cadre des missions assignées au Groupe et ont concerné :

— le choix et la validation de modèles de gestion des ressources halieutiques : un recensement des principaux modèles de gestion « plurispécifique » des stocks halieutiques en circulation a conduit à retenir deux types de modèles : ceux qui prennent en compte les relations qui existent entre les stocks du fait même de leur exploitation; ceux qui intègrent également les relations biologiques entre les stocks (compétition, prédation).





Pour ce dernier type, les approches théoriques existent mais devront être testées, les hypothèses sous-jacentes devant être vérifiées. Il est prévu de réaliser ce travail, nécessitant un nombre important de données biologiques nouvelles, avant toute autre recherche théorique.

Dans ce but, un programme international dans le cadre du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) a été mis au point, qui doit se dérouler au cours de l'année 1981 en mer du Nord;

— *l'aide méthodologique apportée aux chercheurs* : de nombreux scientifiques ont demandé l'aide du GSG en 1980 pour la préparation de leurs documents au CIEM, ainsi qu'à la Commission Internationale pour la Conservation du Thon Atlantique (CICTA). Par ailleurs, de nombreux scientifiques francophones ont soumis leurs travaux de dynamique des populations et biologie des pêches à la critique du GSG. On peut estimer à une trentaine le nombre d'interventions du GSG dans ce domaine;

— *l'assistance scientifique dans les commissions internationales* : le GSG a fourni une assistance technique directe pour les réunions ordinaires de la CICTA sur le programme de gestion du Listao et de la Commission Inter-Américaine du Thon Tropical (IATTC). Il a également apporté son concours au Comité Scientifique et Technique des Pêches de la Communauté Économique Européenne (CEE), ainsi qu'à la Mission Juridique

Française devant le Tribunal de l'Europe dans l'affaire de saisie des navires français par les Britanniques. Enfin, à la demande de la Direction des Pêches, le GSG a fourni l'assistance scientifique à une entreprise française désireuse d'implanter une activité de pêche en Indonésie et en Nouvelle-Calédonie;

— *l'examen des propositions annuelles de recherches* concernant les pêches, présentées par les organismes français.

— *la formation de chercheurs* : un séminaire de formation à l'attention des biologistes des pêches qualifiés s'est tenu en 1980 et donnera lieu à une publication à l'intention de l'ensemble des biologistes des pêches francophones.

## TRAVAUX DE L'ÉQUIPE « PÊCHE » DU COB

L'équipe « Pêche » du COB étudie des techniques de repeuplement destinées à reconstituer un gisement appauvri (pectinidés) d'une part, et élabore par ailleurs, pour certaines espèces, des modèles de gestion rationnelle des stocks. Les espèces suivantes ont été étudiées :

### *Coquille Saint-Jacques*

En 1980, le cycle complet d'une expérience de repeuplement en rade de Brest s'est achevé. Huit mille coquilles





**Travaux sur la reproduction de coquilles Saint-Jacques au COB.**

d'un poids moyen de 200 grammes provenant de 26 000 naissains issus d'un captage en baie de Saint-Brieuc et semés en rade de Brest en 1977 ont été récoltées. Ce programme de repeuplement se heurte à la difficulté de s'approvisionner en naissains, le captage par collecteurs en baie de Saint-Brieuc se révélant insuffisant depuis plusieurs années en raison notamment de l'appauvrissement du gisement. En 1980, deux nouvelles sources d'approvisionnement ont été expérimentées : l'importation à partir d'Écosse ou d'Irlande, la production en éclosure : des recherches sur la reproduction artificielle ont été entreprises au COB en liaison avec l'Université et la Société Atlantique de Mariculture (SATMAR). Des expériences de mise au point d'une méthode d'évaluation des stocks par visualisation directe (télévision sous-marine et plongées) ont par ailleurs été menées avec succès. Cette technique nouvelle ouvre des perspectives intéressantes tant pour l'analyse du milieu que pour le dénombrement précis dans le champ de vision.

#### *Pétoncle noir*

Des essais de captage par collecteurs en rade de Brest ont donné de bons résultats. Près d'un million de juvéniles ont été semés.

#### *Thonidé*

En 1980, un programme international, auquel participe le CNEXO sur la gestion des stocks de listao, a été mis en place sous l'égide de la CICTA.

Pour le *thon blanc*, le suivi de la pêche française et l'utilisation du modèle de prédiction se poursuit en routine.

#### *Langoustine*

A la suite des tentatives des Britanniques auprès de la CEE tendant à instaurer une politique plus restrictive dans

l'exercice de la pêche de la langoustine à l'intérieur de leur zone de 200 milles, un programme de recherche sur la langoustine en Mer Celtique a été mis en place en collaboration avec l'ISTPM. Le CNEXO, qui poursuit par ailleurs ses études sur la langoustine du golfe de Gascogne, a été plus particulièrement chargé de la mise au point d'un modèle de gestion et des méthodes d'estimation directe du stock de Mer Celtique.

### **3. ÉTUDE DES MÉCANISMES DE PRODUCTION DE LA MATIÈRE VIVANTE**

Cette étude groupe des travaux de recherche et d'incitation destinés à développer les bases écologiques nécessaires à la connaissance et à la gestion ou à l'exploitation du milieu marin. Elle fait intervenir des équipes diverses dont l'équipe d'océanographie biologique du COB et plus d'une douzaine d'équipes universitaires et traite :

#### **LA PRODUCTION DE LA MATIÈRE VIVANTE EN MILIEU NATUREL**

En ce qui concerne l'écosystème benthique profond, le programme pluriannuel « BIOGAS » poursuit la mise au point et l'utilisation de moyens d'étude *in situ* des processus biologiques pour la connaissance du cycle de la matière organique près du fond. Les différents maillons de l'écosystème benthique et pélagique, en particulier les mécanismes de production bactérienne grâce à la mise en place d'un nouveau programme d'étude de l'Université de Marseille, ont été étudiés dans une région caractérisée par de très forts apports d'origine terrigène, la plaine abyssale du Demerara, située face au cône de l'Amazone. La campagne DEMERABY a permis d'observer de très importantes populations d'animaux carnivores (prédateurs ou équarrisseurs) à proximité immédiate du fond, attirés par des appâts; les teneurs en sels minéraux des eaux interstitielles des sédiments, exceptionnellement élevées, attestent elles aussi de l'influence jusqu'aux profondeurs abyssales des apports continentaux.

Une place particulière doit être réservée à l'activité menée par les biologistes du CNEXO dans le domaine des communautés animales exubérantes récemment découvertes dans le Pacifique, le long de l'axe des dorsales à vitesse d'expansion rapide, associées à des phénomènes hydrothermaux intenses. Le « ver de Pompéi », ainsi baptisé par les géologues américains, qui vit à proximité immédiate des sorties d'eau chaude sur la dorsale du Pacifique oriental (21° de latitude Nord) s'est révélé constituer le type d'une nouvelle sous-famille.

Plus intéressant peut-être au plan de l'origine des espèces, et contrairement aux autres organismes asso-



## LE PROGRAMME ECOTRON EN 1980

L'étude des écosystèmes contrôlés fait l'objet d'un programme dit ECOTRON, mené en collaboration avec des équipes de différents laboratoires [Université de Paris VI (Station Marine de Villefranche-sur-Mer, Laboratoire Arago de Banyuls), Université d'Aix-Marseille II (Station Marine d'Endoume), Fondation Océanographique Ricard].

Les modèles ayant été mis au point, grâce aux travaux antérieurs, le programme a porté en 1980 sur des travaux de simulation. Une opération de transfert des résultats a été effectuée permettant de mettre au point des modèles de fonctionnement des bassins d'aquaculture intensive en milieu sur-aéré (« moulinettes ») au COP.

A cet effet, deux missions d'une durée d'un mois chacune ont été effectuées au Centre Océanologique du Pacifique (COP) par des chercheurs de la Fondation Océanologique Ricard, dans le cadre du programme ECOTRON, afin d'optimiser les méthodes d'élevage de crevettes pénaïdes. Ces missions ont eu pour objet d'obtenir une représentation correcte de la structure et du fonctionnement des dispositifs de culture utilisés au COP dans des bacs fortement oxygénés ou « moulinettes », afin d'améliorer le rendement des techniques utilisées et de transférer la méthodologie à des volumes plus importants.

Le système d'élevage utilisé au COP est le suivant : les crevettes, nourries à l'aide de granulés d'aliment composé, sont élevées dans des bacs fortement oxygénés (« moulinettes »). En raison d'un développement bactérien intense, un « floc » riche en bactéries nitrifiantes, assimilant ammonium et nitrites, est obtenu que l'on tente, d'ailleurs, de cultiver parallèlement dans des bacs

séparés afin de pouvoir en disposer à la demande, au départ de chaque nouvel élevage.

Les mesures réalisées ont révélé l'importance et la complexité du matériel organique particulière en suspension dans les bacs. Différents essais suggèrent que ce « floc » entre pour une part non négligeable dans l'alimentation des crevettes. La dynamique de ce réseau trophique complexe est particulière. Dans l'ensemble, le système atteint un état stable en 15 jours avec une valeur maximale pour la plupart des paramètres mesurés. Il apparaît cependant que l'équilibre obtenu est précaire : l'accumulation de nitrates, de phosphates et surtout de matériel organique non vivant le met à la merci d'un arrêt accidentel du dispositif d'aération et s'accompagne d'un processus de vieillissement physiologique du floc (diminution du carbone associé au vivant, chute du taux de croissance des bactéries nitrifiantes). De telles conditions ne sont pas compatibles avec le maintien d'un floc en bonne santé susceptible d'être utilisé à la demande, et avec un bon rendement d'élevage des crevettes. En revanche, les essais effectués avec un certain renouvellement de l'eau des bacs limitant l'accumulation de ces composés autorise la persistance d'un état stable et un bon fonctionnement du floc.

La recherche de taux de conversion plus élevés ou l'obtention de biomasses plus importantes suppose un compromis entre le renouvellement de l'eau des bacs, leur charge en crevettes et les apports de granulés, compromis qui permettrait le maintien de conditions satisfaisantes à la fois pour les crevettes et le floc. Des modèles de fonctionnement du système, tenant compte des principales fonctions physiologiques seront étudiés en vue de déterminer les conditions et les contraintes autorisant une utilisation optimale des dispositifs « moulinettes ».

ciés à l'hydrothermalisme, une faune apparentée, mais bien distincte (genre différent), a été découverte dans la région des Galapagos.

En ce qui concerne l'écosystème pélagique, le programme d'étude de la Manche a subi un important développement en 1980 par rassemblement, à l'aide de contrats d'incitation, de plusieurs équipes universitaires de Brest et de Roscoff sur un programme coordonné d'étude de l'écosystème pélagique et de ses variations spatio-temporelles de part et d'autre des fronts thermiques.

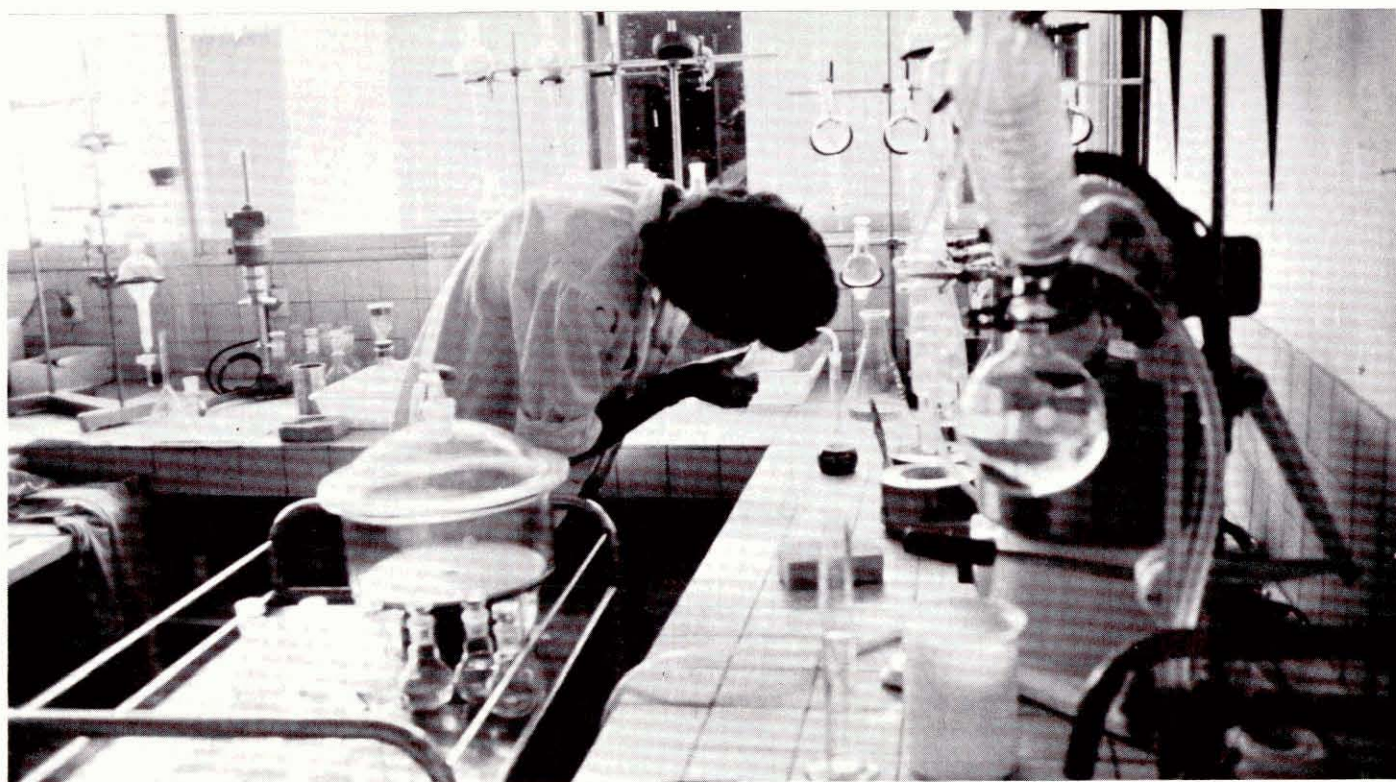
## LA PRODUCTION DE LA MATIÈRE VIVANTE EN MILIEU CONTRÔLÉ

La modélisation du fonctionnement d'un écosystème nécessite la connaissance de son évolution spatio-

temporelle sur une longue période. Ces connaissances appliquées au fonctionnement d'écosystèmes contrôlés permettent d'analyser sur des cycles plus courts (cycles d'élevage par exemple) les répercussions de l'introduction d'éléments par l'homme et de définir les modalités et les niveaux acceptables d'intervention.

Des travaux de simulation et d'intervention directe sur les écosystèmes sont destinés à vérifier la validité des modèles mis au point et à analyser leurs possibilités d'application aux développements de l'aquaculture. Pour l'étude de l'écosystème benthique du littoral métropolitain, ces travaux sont menés en baies de Douarnenez et de Concarneau (UBO), ainsi qu'en Méditerranée (Université de Paris VI/Laboratoire Arago). Une aide financière de la DGRST a permis au CNEXO d'organiser dans le cadre du programme ECOTRON une opération de recherche sur le fonctionnement des bassins d'élevage à haute densité de crevettes pénaïdes du CNEXO (voir ci-contre).





## ACTION INCITATIVE : GÉNÉTIQUE, PHYSIOLOGIE, PATHOLOGIE

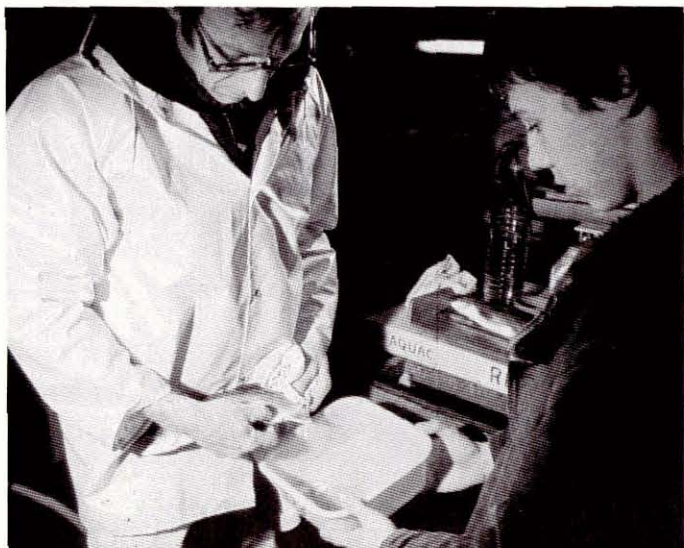
Cette action regroupe différents travaux de recherche exploratoire en matière de génétique, de physiologie et de pathologie des espèces de poissons et d'invertébrés marins exploitées par l'aquaculture. En 1980, a été opérée une restructuration de cette action, qui fait intervenir de nombreux laboratoires [INRA (Laboratoire de Physiologie et d'Écologie des Poissons), Université Claude-Bernard, Lyon I (Laboratoire de Physiologie), UBO (Laboratoire de Physiologie Animale), Institut Océanographique (Laboratoire de Physiologie des Êtres Marins), École Pratique des Hautes Études (EPHE) (Laboratoires de Biochimie et d'Écologie des Invertébrés Marins), Université d'Aix-Marseille II (Station Marine d'Endoume), Université de Paris VI (Laboratoire de Sexualité et Reproduction des Invertébrés), UBO (Laboratoire de Pathologie), Université des Sciences et Techniques du Languedoc (USTL) Montpellier-Saint-Christol (Laboratoire de Pathologie comparée)/INRA, pour ne citer que les principaux]. Les principaux résultats acquis en 1980 sont les suivants :

En matière de physiologie de la reproduction et de génétique chez les salmonidés, on a pu montrer de manière claire l'influence des facteurs extérieurs (et principalement de la photopériode croissante au cours du printemps) sur le déroulement de la prévitellogenèse, complétant ainsi le schéma déjà établi concernant le déterminisme de la vitellogenèse, déclenchée à l'automne par la photopériode descendante. D'autre part, il a été

mis au point une technique de contrôle génétique du sexe : l'ovule, une fois fécondé par un spermatozoïde dont le matériel a été détruit par émission, est soumis à un choc thermique qui bloque l'expulsion du globule polaire, évolue pour donner un embryon dépoloïde. Dans le cas de femelles homogénétiques (équipement chromosomique XX), on obtient ainsi des femelles génétiques susceptibles d'évoluer ultérieurement vers le sexe mâle par l'action d'une hormone masculinisante. La descendance de tels animaux est entièrement femelle. Cette méthode de gynogenèse est au point pour les deux espèces traitées (travaux INRA).

Chez les invertébrés, les principaux apports concernent les crevettes pénéides et les chevrettes. Dans les deux cas, il a été montré que la maturation finale des ovules quelques heures avant la ponte fait vite venir un tissu ovarien particulier, les cellules folliculaires, qui interviennent pour le transfert vers l'ovule des substances protéiques. Chez la chevette ont été entreprises des recherches de contrôle du sexe par intervention endocrine naturelle (ablation de la glande androgène de jeunes mâles, ou inversement, implant d'une glande androgène chez les jeunes femelles). Les premiers résultats montrent une action au niveau de la gonade, [travaux de l'Université de Paris VI (Laboratoire de Sexualité et Reproduction des Invertébrés Marins) et de l'Institut Océanographique].





**Saumons : fécondation des œufs.**



**Contrôle de l'état des œufs de truite.**

**Préparation de l'alimentation des poissons.**



Dans le domaine de la nutrition, les principaux efforts ont été consacrés au loup ou au bar. On a particulièrement abordé le rôle du régime alimentaire sur la formation de lipides, et les possibilités de substitution partielle des problèmes de la ration alimentaire par les glucides et les lipides. Ces travaux ont des conséquences

immédiates en ce qui concerne la formulation des aliments composés, et leur prix de revient [travaux de l'Université de Lyon I (Laboratoire de Physiologie)].

En matière de physiologie respiratoire, deux domaines nouveaux ont été abordés : les possibilités d'acclimatation de la crevette *Penaeus japonicus* à des conditions d'ambiance hypoxiques, problème pratique important vis-à-vis de la déficience en oxygène des bassins d'élevage en fin de nuit, et l'évolution des caractéristiques du milieu intérieur (équilibre acide/base et approvisionnement en oxygène) chez les salmonidés en conditions d'hypoxie, et en fonction de la teneur du milieu en dioxyde de carbone, recherches qui, elles aussi, peuvent intervenir dans l'amélioration des conditions d'élevage [travaux de l'Institut Océanographique et de l'UBO (Laboratoire de Physiologie Animale)].

Les recherches en matière de pathologie ont porté, d'une part, sur les parasitoses de l'huître plate de Bretagne, d'autre part, sur l'identification des germes pathogènes (bactéries et virus) de divers crustacés. Deux virus ont été isolés à partir d'un crabe méditerranéen et doivent faire l'objet d'études approfondies [travaux de l'UBO (Laboratoire de Pathologie), et de l'USTL Montpellier-Saint-Christol (Laboratoire de Pathologie comparée)].

**Bassins de grossissement de crevettes.**





## AMÉLIORATION DES TECHNIQUES D'ÉLEVAGE (OPÉRATION BIOTECHNIQUE)

Les principaux travaux ont concerné en 1980 :

- l'élevage des salmonidés : les recherches ont été poursuivies sur la reproduction du saumon pacifique (Coho), l'élevage des juvéniles, la truite Fario.

Par ailleurs, l'aménagement d'un site permettant d'effectuer une expérience de « sea ranching »\* sur le saumon Atlantique, la truite de mer, le saumon Coho a été entrepris;

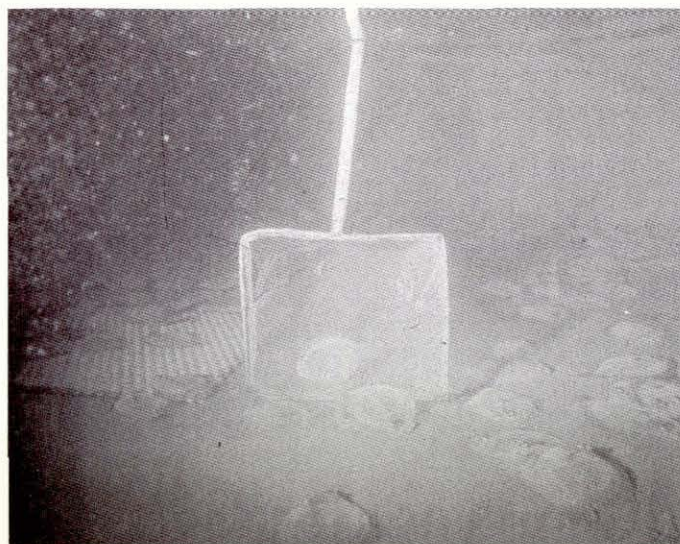
- l'élevage des poissons plats : diverses expériences ont porté sur l'élevage de la sole, en particulier l'utilisation d'un nouveau régime alimentaire. Des progrès ont par ailleurs été réalisés pour l'élevage larvaire du turbot. Ils sont fondés sur l'utilisation des rotifères utilisés pour la nourriture des larves comme moyen de transfert d'aliments ou d'antibiotiques. Ces résultats, obtenus par un chercheur de l'INRA affecté au COB, ont permis d'élever sensiblement le taux de survie au cours des premières semaines.

\* Sea ranching : opération qui consiste à lâcher dans le milieu naturel un nombre important d'animaux en espérant un taux de recapture élevé.



Alevins de saumons de 15 jours.

Jeunes turbots.



## TRAVAUX DU LABORATOIRE DE PATHOLOGIE DES ANIMAUX AQUATIQUES

Le Laboratoire National de Pathologie des Animaux Aquatiques, antenne du Ministère de l'Agriculture installée au COB, a poursuivi en 1980 ses travaux.

En matière de pathologie générale : plusieurs types d'analyses sont conduits, notamment en ce qui concerne la physio-pathologie nutritionnelle : composition centésimale de divers aliments et des animaux les ayant consommés; détermination des acides gras (chromatographie gazeuse) des différentes classes lipidiques chez les salmonidés, les poissons marins et les invertébrés. L'étude des paramètres biochimiques sanguins accompagne, par ailleurs, systématiquement les expériences destinées à éclaircir l'influence de maladies et des stress de diverses natures sur les poissons (saumon Coho passant l'été en eau de mer notamment).

En matière de pathologie infectieuse et parasitaire : une centaine de diagnostics ont été faits en 1980 : l'apparition en rade de Brest d'une vibriose d'eau froide à *Vibrio anguillarum* CCCCVIII est à noter particulièrement. Par ailleurs, des poissons de plusieurs origines ont présenté des symptômes de léthargie dont l'étiologie est inconnue. En outre des lésions pouvant avoir une origine métabolique ont été remarquées à la base des rayons des nageoires des soles et turbots. Divers travaux de recherche ont été menés en 1980 au laboratoire et sur le terrain, en particulier sur la vaccination contre la vibriose et sur la résistance des salmonidés à diverses maladies (septicémie hémorragique virale, corynébactériose).





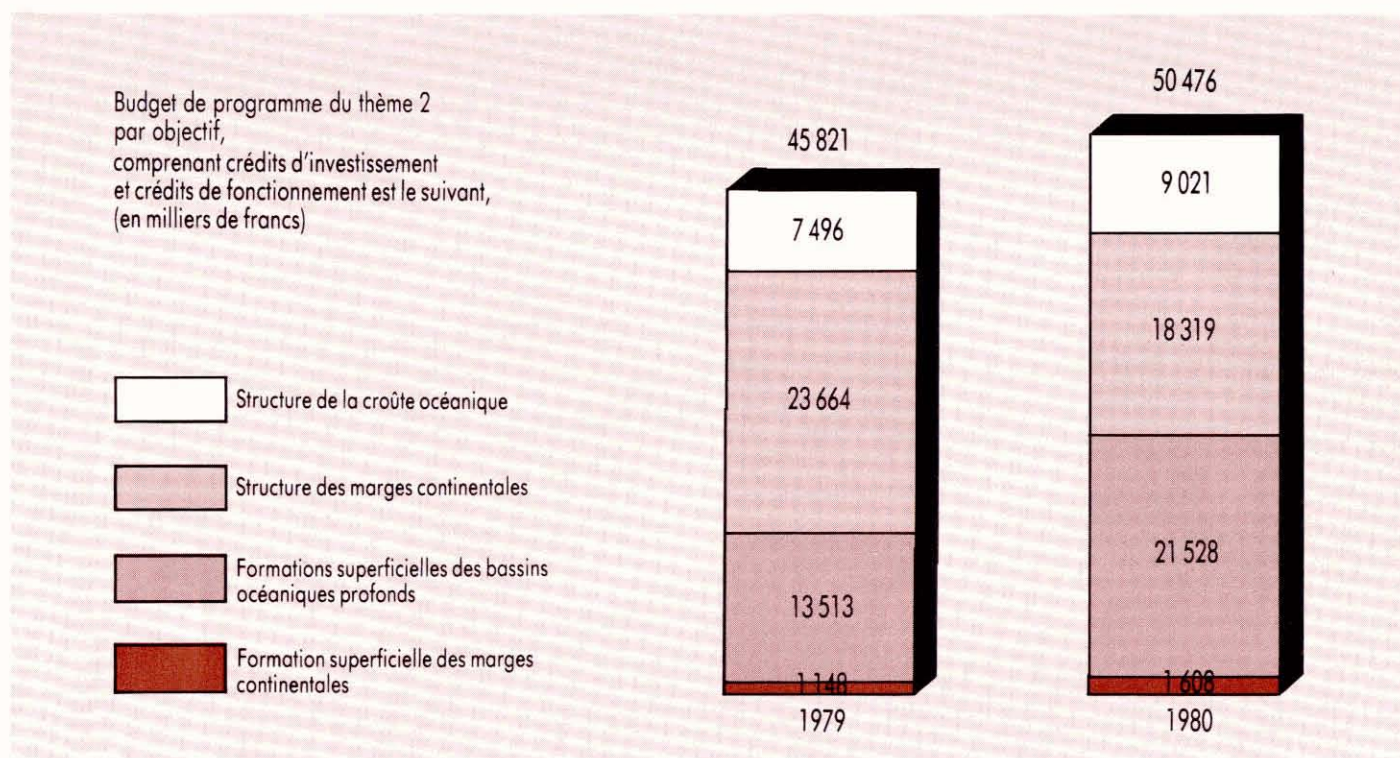
*Campagne RISE : cheminées de sulfures polymétalliques, l'une active, l'autre éteinte.*



## b - ressources minérales et fossiles

L'activité du CNEXO se caractérise dans ce domaine par une participation au programme de mise en valeur des nodules polymétalliques, notamment par des reconnais-

sances de sites miniers éventuels. En second lieu, le CNEXO apporte sa contribution au programme national intéressant l'industrie pétrolière : il poursuit notamment l'étude de la structure des marges continentales et de la croûte océanique. Enfin, l'étude des phénomènes d'échange de matière et d'énergie à l'axe des dorsales océaniques, associés à des émissions de fluides hydrothermaux et d'importants dépôts de sulfures, fait l'objet d'un programme pluriannuel. Cette action s'est développée en 1980 autour de quatre objectifs :



### 1. ÉTUDE DE LA STRUCTURE DES MARGES CONTINENTALES

Cette étude comprend la description des différents types de marges (actives et passives) et l'étude de leur structure. Pour certaines des campagnes effectuées, le CNEXO intervient en fonction des besoins de l'industrie pétrolière, notamment pour répondre à un besoin de connaissances géologiques qu'elle exprime. Cet effort du CNEXO s'inscrit dans le cadre du programme mené en participation avec le Comité d'Études Pétrolières Marines (CEPM). Les travaux effectués par les équipes du COB en 1980, en collaboration avec l'Université, ont compris :

multifaisceaux « SEABEAM » a été utilisé, a permis la réalisation de six cartes au 1/50 000<sup>e</sup> dans certaines zones des marges armoricaine et celte (canyons Shamrock, éperon d'Austell, Château du Roi Arthur et éperon de Pendragon). Dix cartes au 1/10 000<sup>e</sup> ont été dressées dans les zones susceptibles d'être explorées au cours des plongées.

La campagne CYMOR a ensuite permis d'effectuer une série de coupes géologiques dans cette région à l'aide de l'engin « CYANA ».

### L'ÉTUDE DES MARGES EUROPÉENNES

L'exploitation des données bathymétriques de la campagne MARMOR, au cours de laquelle le sondeur

### L'ÉTUDE DES MARGES MÉDITERRANÉENNES

Dans le cadre du programme élaboré avec le CEPM, deux campagnes ESCARMED 1 (5 janvier-4 février) à bord du N/O « JEAN CHARCOT » et ESCARMED 2 (1<sup>er</sup> juin-11 juillet) à bord du N/O « LE SUROIT », avec l'engin « CYANA », ont été réalisées en Méditerranée centrale.



Les résultats sont en cours de dépouillement. La campagne CROC 1 (21 septembre-8 octobre) s'est également déroulée pour le compte du CEPN en Méditerranée occidentale à bord du « RÉSOLUTION », de l'Institut Français du Pétrole (IFP), afin d'apporter des éléments nouveaux de connaissance du domaine méditerranéen profond situé entre le golfe du Lion et la Corse.

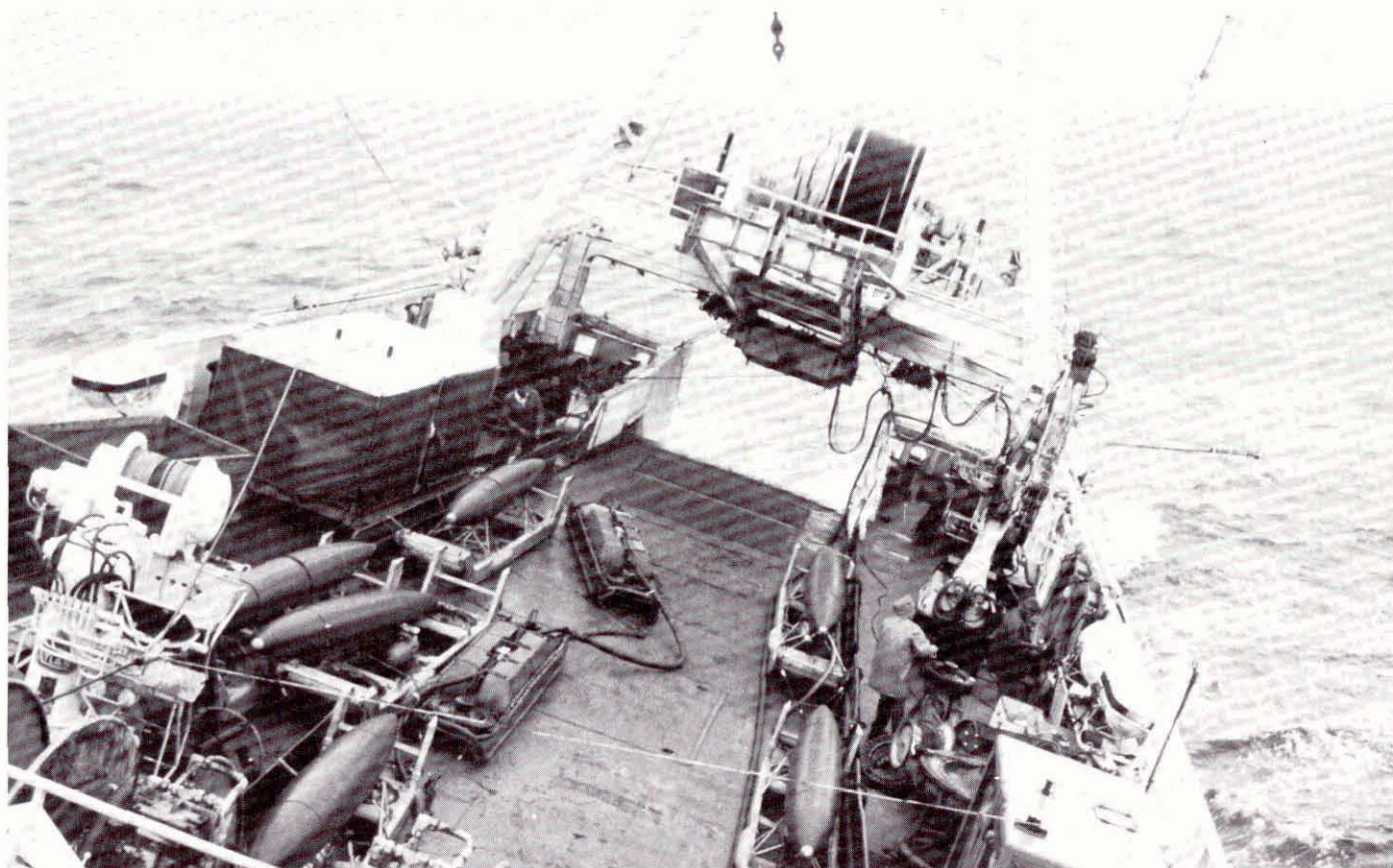
Enfin, après l'effondrement d'une partie du port de Nice (16 octobre 1979\*), le CNEXO a entrepris dans la baie des Anges, pour le compte du Ministère des Transports, l'observation directe, à l'aide de l'engin « CYANA », de

\* La baie des Anges avait déjà été cartographiée à l'aide du sondeur « SEABEAM » du N/O « JEAN CHARCOT » un mois après l'accident, en novembre 1979.

zones pouvant être en relation avec l'accident. Douze plongées ont été effectuées en avril, les résultats de ces observations ayant été remis à la Commission d'Enquête.

L'année 1980 a, par ailleurs, été marquée par :

- la participation d'une équipe française à la campagne 75 du « GLOMAR CHALLENGER » qui précise l'histoire structurale de la ride de Walvis dans l'Atlantique Sud et apporte les premières données sur l'histoire de l'upwelling d'Afrique australe,
- l'élaboration d'un modèle d'évolution des marges passives, permettant de retrouver l'évolution verticale et horizontale des marges au moment de leur formation, en fonction de l'évolution de la température.



Campagne CROC 1 à bord du « RÉSOLUTION ».

## 2. ÉTUDE DE LA CROUTE OCÉANIQUE ET DE L'HYDROTHERMALISME SOUS-MARIN

Au cours de ces trois dernières années, les campagnes de plongées de sous-marins dans des zones très actives de la dorsale océanique du Pacifique oriental, entreprises dans le cadre de la coopération océanologique entre la France et les États-Unis, ont permis trois découvertes importantes :

- l'hydrothermalisme actif sur la crête de la dorsale, se manifestant sous forme de champs de sources chaudes (20°-350 °C),

- l'importance du transfert de matières sous forme de dépôts massifs de sulfures polymétalliques au pied des sources très chaudes, ainsi que par la présence d'anomalies chimiques dans les eaux de mer profondes,
- une activité biologique intense aux alentours des sources hydrothermales sous forme de communautés animales (moules, crabes, vers tubicoles géants) fondées sur des réactions « chémosynthétiques »\* en l'absence totale de lumière (cf. supra).

\* La chémosynthèse est la synthèse de substances organiques réalisée à l'aide d'énergie venue de réactions chimiques.



La découverte des sites hydrothermaux à l'axe de la ride Est-Pacifique par les submersibles français « CYANA » et américain « ALVIN » en 1978 et 1979, les précipitations de sulfures et la vie intense dans l'environnement immédiat des sources n'étaient pas prédictibles malgré l'intensité du phénomène prévue par les résultats géophysiques fondés sur la différence entre flux de chaleur calculé et flux de chaleur mesuré conduisant à la notion de circulation de fluides à l'axe des dorsales.

Les bouches de ces sources hydrothermales sont situées au sommet de « tumulus » ( $\approx 3$  mètres de hauteur) de sulfures (précipités à partir des fluides), ces tumulus eux-mêmes reposant sur le plancher basaltique. Le diamètre moyen de ces bouches est de l'ordre de 20 centimètres. La vitesse de sortie des fluides est de l'ordre de 1 m/s. La température des fluides est comprise entre 200 °C et 350 °C. La composition de ces fluides et des précipités qui se forment au contact de l'eau de mer semble varier en fonction notamment de cette température, depuis des sulfates de calcium, jusqu'à des sulfures de zinc, fer, cuivre, plomb, argent (pour les températures les plus

élevées). Pour les trois premiers éléments (zinc, fer, cuivre), les teneurs peuvent être de l'ordre du gramme par litre.

En 1980, une reconnaissance a été conduite par le N/O « JEAN CHARCOT » entre 21° Nord et 20° Sud, la campagne SEARISE, afin de vérifier une hypothèse mettant en relation directe la vitesse d'ouverture à l'axe des dorsales avec l'intensité de l'hydrothermalisme et, par suite, les possibilités de dépôts de sulfures polymétalliques. La dorsale du Pacifique oriental est en effet une zone privilégiée pour l'observation de ce type de phénomènes car, de la Basse Californie jusqu'à l'île de Pâques sur 5 000 km, elle est soumise à une augmentation graduelle de la vitesse d'ouverture qui atteint 16 centimètres par an. Les observations, mesures et prélèvements effectués sur cette dorsale en plusieurs points éloignés les uns des autres depuis la latitude de 13° Nord jusqu'à celle de 20° Sud ont permis de vérifier la généralité du processus étudié initialement à la latitude de 21° Nord au cours des campagnes CYAMEX et RISE.

## HYDROTHERMALISME SOUS-MARIN : CHRONOLOGIE DES DÉCOUVERTES

**1973-1974** - Projet FAMOUS (French American Mid Oceanic Undersea Survey)

- Exploration de la dorsale médio-Atlantique (expansion : 2 cm/an) au Sud-Ouest des Açores dans une zone d'accrétion où se forme la nouvelle croûte, entre la plaque Afrique et la plaque Amérique.
- Campagne franco-américaine : plongées de l'« ALVIN », de l'« ARCHIMÈDE » et de « CYANA ».
- Mise en évidence des premiers indices d'hydrothermalisme (dépôts de fer et manganèse).

**1974-1980** - Projet IPOD (International Program of Ocean Drilling - JOIDES)

- 11 campagnes de forages par le « GLOMAR CHALLENGER » dans la croûte océanique dont une sur la zone FAMOUS, une sur la zone RITA et trois sur la zone des Galapagos. Elles ont permis d'observer :
  - la constance de la composition chimique des basaltes,
  - l'existence des circulations de fluide dans la croûte.
- Forage des monticules hydrothermaux : des boues métallisées, mais à faible teneur (argiles ferriques, précipités de manganèse) ont été traversées par les forages du « GLOMAR » dans le Pacifique et l'Atlantique.

**1977** - Campagne « ALVIN » Galapagos

- Découverte d'hydrothermalisme actif et identification des premières anomalies de température sur la dorsale.
- Découverte des faunes associées à l'hydrothermalisme.

**1978** - Projet RITA (du nom des failles de Rivera et de TAmayo), France, États-Unis, Mexique - Mission CYAMEX.

- Campagne de plongées de « CYANA » sur la dorsale du Pacifique oriental - 21° N (expansion : 6 cm/an).

- Découverte par 2 600 mètres de fond de dépôts de sulfure de fer, zinc, cuivre, plomb, argent avec les plus fortes concentrations en éléments métalliques (zinc, cuivre, plomb, argent) jamais identifiées dans les fonds océaniques\*.

**1979** - Projet RITA - Mission RISE.

- Campagne de plongées de l'« ALVIN » dans la même zone géographique.
- Découverte de l'hydrothermalisme actif et associé aux sulfures.
- Premières mesures de la température, du débit et de la composition chimique des fluides hydrothermaux.

**1980** - Mission SEARISE.

- une reconnaissance générale par le N/O « JEAN CHARCOT » de la crête de la dorsale Pacifique entre 21° N et 20° S,
- levé morphologique,
- découverte de nouvelles anomalies thermiques et chimiques dans la colonne d'eau de mer,
- mise en évidence photographique de faunes « anormales » et de dépôts hydrothermaux,
- prélèvements par dragages de dépôts riches en cuivre et zinc par 13° Nord (expansion : 10 cm/an) et 20° Sud (expansion : 16 cm/an).

\* Jusqu'alors les seules concentrations en sulfures métalliques significatives avaient été signalées, dispersées et interstratifiées, dans les sédiments de la Mer Rouge.



Une activité hydrothermale particulièrement vigoureuse a ainsi été mise en évidence dans les dorsales à expansions rapide et très rapide. SEARISE s'est déroulée avec la collaboration de l'Université de Paris VI, dont l'Institut de Physique du Globe, l'Université de Paris VII et la participation de géologues américains.

La notion d'échange de matière et d'énergie à l'axe des dorsales océaniques est désormais appelée à prendre une place importante dans le cadre de l'étude de la genèse de la croûte océanique :

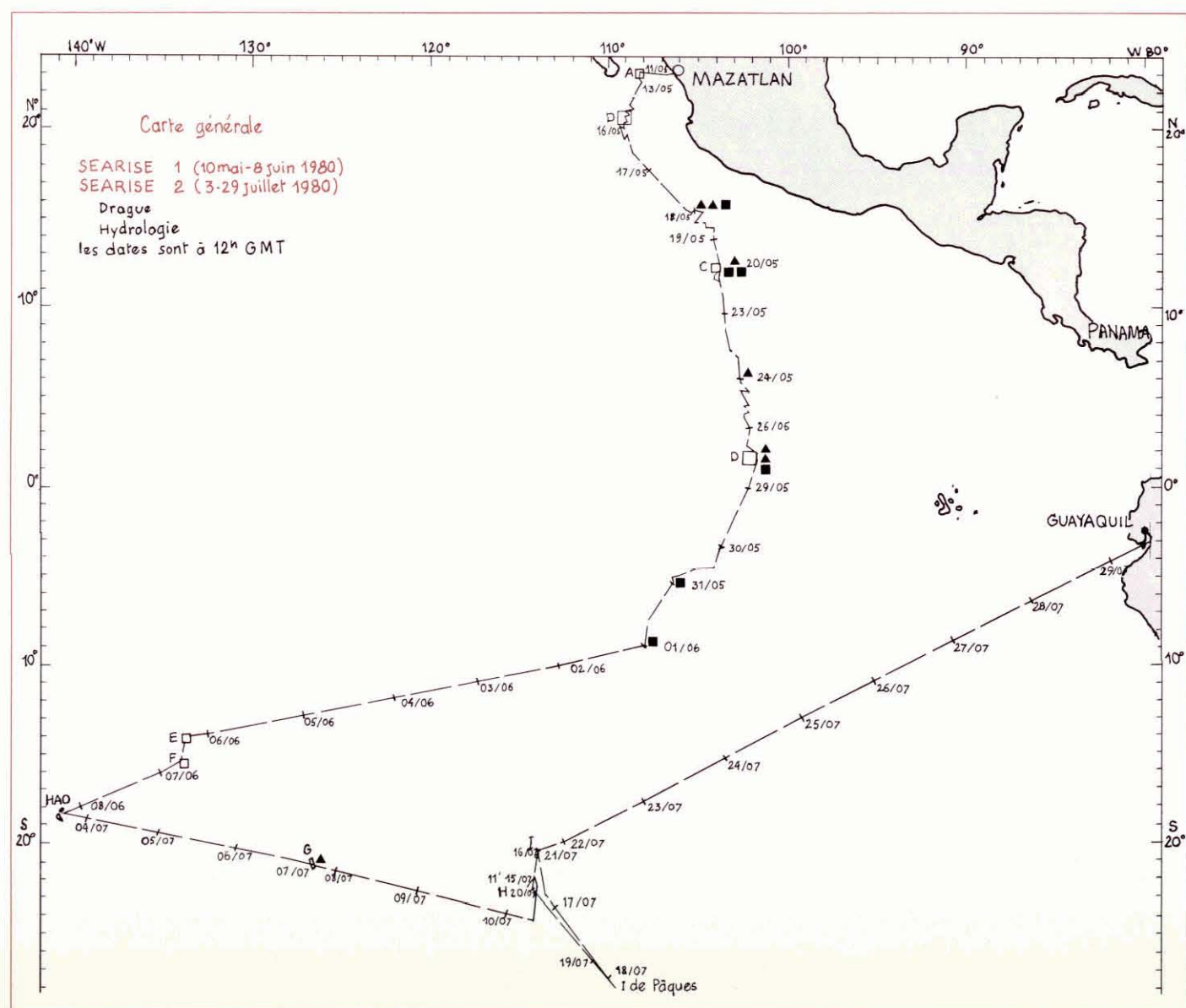
- au plan fondamental : la mise en circulation à haute pression et haute température de certains éléments contenus dans les basaltes, la chimie des fluides, les conditions de précipitations des minéraux observés, la contribution du phénomène à l'équilibre de certains éléments dans l'océan sont autant de questions à élucider,

- au plan exploratoire : ces découvertes constituent l'un des premiers indices sérieux, avec les boues métallifères de la Mer Rouge, d'une ressource minérale liée à la genèse de la croûte océanique.

L'importance de ces résultats a conduit le CNEXO à proposer un programme de quatre ans à l'échelon national qui vise deux objectifs :

- vérifier la présence générale d'hydrothermalisme dans des régions telles que le rift à expansion rapide ou les failles transformantes,
- déterminer la nature et la quantité des fluides, des métaux associés à ces manifestations.

On s'attachera au cours de cette période à développer des techniques d'exploration, à parfaire un inventaire qui s'avérerait intéressant de ces ressources et à préparer une éventuelle mise au point de techniques d'exploitation.





## PARTICIPATION FRANÇAISE AU PROGRAMME IPOD EN 1980

La première phase du programme international de forages océaniques par grands fonds IPOD (International Phase of Ocean Drilling), étape du développement du Deep Sea Drilling Project, qui devait initialement se terminer en octobre 1978, a été prolongée jusqu'en 1981. Une prolongation supplémentaire de deux ans est d'ores et déjà envisagée compte tenu de l'intérêt très vif soulevé par la mise au point et l'utilisation d'un nouveau carottier à piston hydraulique (HPC) permettant de prélever sans perturbation du sédiment des échantillons jusqu'à 200 mètres dans le sous-sol. Cet instrument a donné en particulier une impulsion considérable aux études de paléoenvironnement menées en 1980.

Alors que la première phase du programme IPOD avait particulièrement étudié la croûte océanique (50 % du temps de forage) et les marges actives, le programme intermédiaire 1979-1981 est principalement axé sur l'étude du paléoenvironnement (reconstitution de l'histoire des océans au cours du temps) et celle des marges passives, dans l'Océan Atlantique. Cette étude intéressante pour les pétroliers, comme pour la climatologie, vise à comprendre les conditions de l'évolution et du regroupement des populations d'organismes planctoniques en fonction de l'évolution paléoclimatique et paléoocéanographique, le rôle joué par l'ouverture ou la fermeture des différentes barrières entre bassins océaniques, les modalités du développement de la circulation océanique.

### CAMPAGNES IPOD 1980

| Campagnes<br>(legs)   | Zone géographique<br>Nature de la campagne                  | Pays<br>co-chefs<br>de Mission        | Participation française                                        |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 71<br>3/01 - 21/02    | Plateau de Falkland<br>Paléoenvironnement                   | États-Unis<br>Union Soviétique        | 1 chercheur, Université d'Aix-Marseille II-Luminy              |
| 72<br>26/02 - 18/04   | Bassin du Brésil<br>(Rio Grande Rise)<br>Paléoenvironnement | États-Unis<br>Royaume-Uni             | 1 chercheur, Université de Bordeaux I                          |
| 73<br>13/04 - 1/06    | Dorsale médio-Atlantique<br>Paléoenvironnement              | États-Unis<br>Suisse*                 | 1 chercheur, Université de Strasbourg I (Institut de Géologie) |
| 74<br>1/06 - 24/07    | Dorsale de Walvis,<br>Bassin du Cap<br>Paléoenvironnement   | 2 États-Unis                          | 1 chercheur, Université de Lille I<br>1 chercheur CNRS         |
| 75<br>23/07 - 7/09    | Dorsale de Walvis,<br>Bassin d'Angola<br>Paléoenvironnement | États-Unis<br>France (CNEXO-<br>/COB) | 1 chercheur, CNRS/Orléans                                      |
| 76<br>6/10 - 26/11    | Bahamas<br>Marges passives                                  | États-Unis<br>Canada*                 | 1 chercheur, Université de Nice                                |
| 77<br>5/12 - 23/01/81 | Floride<br>Marges passives                                  | 2 États-Unis                          | 1 chercheur, Université de Lyon I                              |

\* Le programme IPOD fait appel pour la coordination des opérations à l'ensemble de la communauté scientifique internationale et non seulement aux chercheurs des pays membres.



### 3. FORMATIONS SUPERFICIELLES DES BASSINS PROFONDS LES NODULES POLYMÉTALLIQUES

#### UN PROGRAMME PRIORITAIRE

Le Ministre de l'Industrie a présenté en Conseil des Ministres le 9 janvier 1980 un programme destiné à regrouper dans une direction précise et à accélérer les efforts consacrés au développement des ressources minérales des océans, en particulier des nODULES polymétalliques. Le programme proposé en matière de nODULES s'articule en deux phases successives de trois ans environ représentant les études nécessaires à l'avant-projet (1980-1982) puis au projet (1983-1986), l'ensemble devant aboutir à ce terme à l'appréciation de la faisabilité de la mise en exploitation des gisements de nODULES polymétalliques par les industriels français.

En matière d'exploration, les travaux devront préciser la densité et les teneurs des nODULES polymétalliques sur les sites déjà reconnus par l'Association Française pour l'Étude et la Recherche des NODULES (AFERNOD). Ils viseront à procurer une meilleure connaissance de la topographie des fonds marins, à permettre des prélèvements en quantités suffisantes pour tester les procédés de traitement métallurgique et surtout à achever la délimitation de zones intéressantes pour une demande de permis minier.

En matière de ramassage, point-clé du programme, différents procédés ayant été étudiés concurremment par les partenaires d'AFERNOD, le choix en définitive porte sur le procédé dit du chantier sous-marin par navettes qui présente, a priori, la plus grande souplesse de mise en œuvre et le plus grand intérêt technologique à terme tout en étant susceptible d'assurer une compétitivité raisonnable à une future exploitation.

En matière de traitement des nODULES, les questions liées à la récupération dans de bonnes conditions du nickel, du cuivre, du cobalt, mais aussi du manganèse selon un procédé hydrométallurgique, associé ou non à un traitement pyrométallurgique, devront être résolues.

#### UNE MODIFICATION DES STRUCTURES DE MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME

La décision a été prise en 1978 de faire évoluer les structures de l'actuelle AFERNOD, groupant le CNEXO, le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), IMETAL, les Chantiers de France-Dunkerque, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), vers un système plus industriel.

#### LES TRAVAUX MENÉS EN 1980

##### *Exploration*

Une campagne de bathymétrie SEANOD 1, destinée à préciser la cartographie d'une zone de 20 000 km<sup>2</sup> à l'intérieur de la zone minière délimitée par AFERNOD, dans le Pacifique Nord, a été réalisée par le CNEXO, avec le N/O « JEAN CHARCOT », équipé du « SEABEAM », au début de l'année. Les résultats obtenus font apparaître l'intérêt d'une telle cartographie pour le choix des sites d'essais de l'engin de ramassage « PLA » (Préleveur Libre Autonome) et pour définir avec précision une ou plusieurs zones pouvant constituer des sites miniers dans la zone de 450 000 km<sup>2</sup> déjà reconnue comme favorable.

Dans le cadre de la préparation des dossiers de demande de permis d'exploration, une série de trois campagnes SEANOD du N/O « JEAN CHARCOT » a été programmée pour 1980-1981. Elles ont pour objet de permettre de sélectionner à l'intérieur de la zone de 450 000 km<sup>2</sup> retenue à la suite du mouillage par engins libres, une surface de l'ordre de 150 000 km<sup>2</sup> correspondant à la meilleure zone potentielle minière. La campagne SEANOD 2 a débuté à la fin décembre 1980.

##### *Ramassage*

Au début de l'année 1980, le CEA a entrepris le programme technologique consacré au ramassage des nODULES qui doit permettre d'obtenir fin 1986 la démonstration de la faisabilité du chantier sous-marin. Le CEA, maître d'œuvre des travaux de mise au point du « PLA », permettant de vérifier le principe du ramassage par véhicule sous-marin, réalise les études et essais préalables à l'assemblage de l'engin sous-marin : caractérisation des matériaux, calcul de l'ossature, études des systèmes de propulsion, d'alimentation en énergie, de largage de lests, de collecte et de transport des nODULES. Par ailleurs, les Chantiers de France-Dunkerque mènent des études et essais sur maquettes pour préparer la réalisation à partir du « PLA » de la navette « VERA », prototype du véhicule sous-marin constituant un élément des futurs engins de chantier sous-marin.

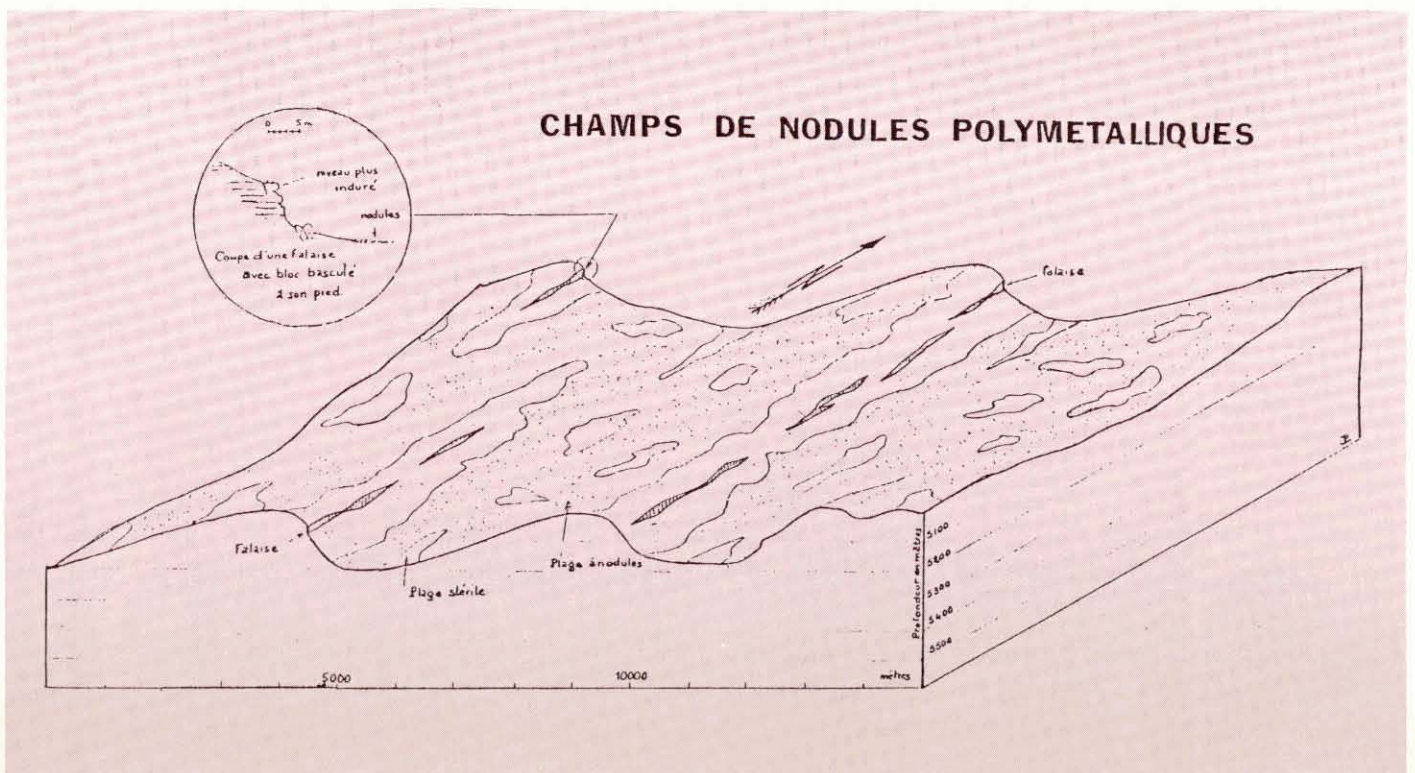
##### *Traitement*

Le CEA a poursuivi en 1980 des essais de traitement par la voie hydrométallurgique. En raison de la priorité portée en matière de ramassage et du manque de disponibilités suffisantes en nODULES, les essais en pilote préindustriel ont été remis aux années suivantes.





Campagne SEANOD : topographie avec falaise d'un champs de nodules.



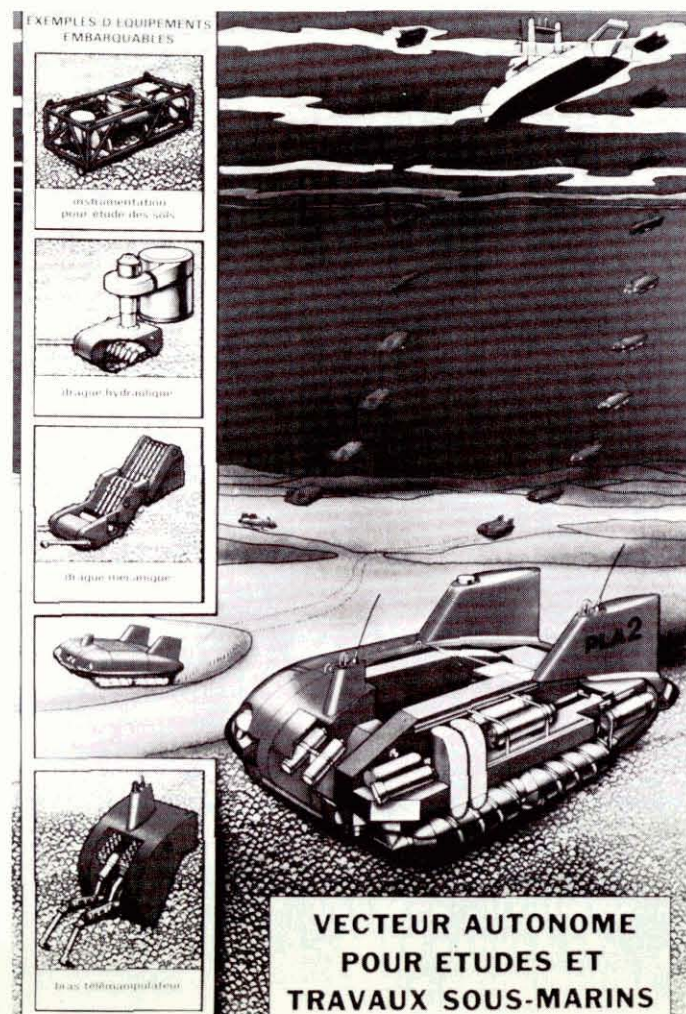


## 4. AUTRES RESSOURCES MINÉRALES

En ce qui concerne les autres ressources minérales, le CNEXO et le BRGM ont concentré leur effort, au cours des dix dernières années, sur l'inventaire général des ressources en sables et graviers du plateau continental français, action qui est maintenant terminée et qui ne nécessite plus qu'une activité de veille et de conseil ou des actions limitées demandées et co-financées par les Collectivités Locales. En 1980, deux études ont été menées à terme en matière de sables et graviers (étude des matériaux au large de la Gironde et dans la baie de Lannion) et une nouvelle recherche a été entreprise sur les ressources du golfe normano-breton.

Un suivi scientifique des principaux projets en cours sur les ressources en « placers » a été mené en liaison avec l'Association GERMINAL\* et avec le BRGM.

\* GERMINAL (Groupe d'Étude et de Recherche de Minéralisations Au Large) regroupe le BRGM, le CNEXO, les Ateliers et Chantiers de Bretagne (ACB), la Caisse Centrale des Banques Populaires, les Chantiers de France-Dunkerque, la CG. DORIS, GAGNERAUD, SOGEREM, la Société Générale, la Société Nationale des Travaux de Dragage (SNTD).



## TRAVAUX DE L'ANTENNE BRGM

L'antenne du département « Géologie marine » du Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM) au Centre Océanologique de Bretagne est supervisée par une commission scientifique nationale regroupant des représentants d'horizons divers. Elle est chargée :

- de la banque de données géologie marine,
- de la lithothèque nationale d'échantillons marins,
- de la photothèque sous-marine.

Ses missions sont de garantir un emploi optimum des échantillons et données récoltés à grands frais, de faciliter les synthèses qui fixent les connaissances à un moment donné et d'aider à la préparation de nouvelles missions à la mer.

### Banque de données de géologie marine

Elle rassemble les données françaises et les données étrangères provenant des zones économiques françaises. Actuellement sont archivés : 680 campagnes et 27 500 points de localisation (6 000 comportent un descriptif géologique, 7 500 granulométrie).

### Lithothèque nationale d'échantillons marins

La lithothèque rassemble des prélèvements effectués dans toutes les mers du globe, au cours de missions océanographiques françaises. Actuellement sont regroupés 20 000 échantillons répartis en carottes, roches draguées et nodules.

### Photothèque sous-marine

La photothèque sous-marine rassemble une collection de plus de 20 000 photographies provenant d'organismes américains et français.

La collecte des données et échantillons se développe pour rendre accessible au plus grand nombre le matériel scientifique récolté grâce à l'effort de la collectivité nationale. L'antenne BRGM a répondu en 1980 à plus de 50 demandes de données et a fourni 780 échantillons. Les demandes proviennent des communautés scientifiques françaises et étrangères.

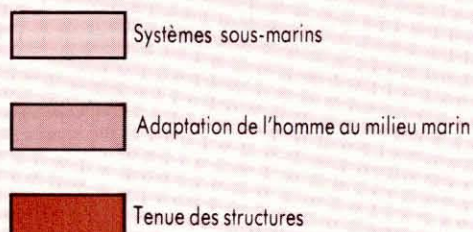


## c - technologies d'intervention en mer

Les recherches technologiques menées ou coordonnées par le CNEXO s'inscrivent dans le cadre des priorités

affirmées par le Gouvernement en ce qui concerne l'effort technologique national dans le domaine marin. Ces recherches impliquent une collaboration étroite entre organismes de recherche et industriels, et peuvent avoir une finalité directement appliquée à l'exploitation en mer, essentiellement pétrolière, ou correspondre à des besoins de développement technologique d'intérêt général. L'action du CNEXO s'est développée en 1980 autour de trois objectifs :

Budget de programme du thème 3  
par objectif,  
comprenant crédits d'investissement  
et crédits de fonctionnement est le suivant,  
(en milliers de francs)



### 1. ÉTUDES SUR LA TENUE DES STRUCTURES EN MER

Ces études constituent un ensemble de travaux qui concourent à l'amélioration de la sécurité et du comportement des structures en béton ou en acier exposées en mer. Elles doivent permettre d'accroître la sécurité de ces ouvrages et permettre à l'industrie française de s'imposer en matière de valorisation des ressources énergétiques face à la concurrence internationale. Poursuivi au département « Technologie et Développement Industriel » (TDI) du COB, ce programme comporte des actions de Recherche-Développement de longue durée entreprises pour la plupart dans le cadre d'Associations et de Groupes de Recherches dont le CNEXO est membre :

- Association de Recherche sur l'Action des Éléments (ARAE),

- Groupement Fatigue dans les Structures Métalliques soudées marines,
- Association de Recherche sur le Béton en Mer (ARBEM)\*,
- Association de Recherche en Mécanique des Sols Marins.

Ces Associations et Groupes de Recherches ont des programmes importants remis à jour chaque année. Une vingtaine de projets sont répartis en cinq thèmes : action des éléments, calcul, structures métalliques, corrosion, structures en béton, mécanique des sols.

\* Les membres de l'ARBEM sont actuellement les suivants : CAMPENON-BERNARD, CEBTP, CNEXO, Compagnie Générale pour les Développements Opérationnels des Richesses Sous-marines (CG. DORIS), IFP, International Marine Structures (IMS), SEA TANK Co, SNEA/P, TECHNIGAZ. La présidence de l'ARBEM a été assumée en 1979-1980 par M. Roger LACROIX, Vice-Président Général de SEA TANK Co.



Des liens étroits sont établis entre le CNEXO et les différents partenaires concernés par la construction en mer :

- les sociétés pétrolières (SNEA/P et CFP) et l'Institut Français du Pétrole,
- les entreprises de travaux publics et leurs bureaux d'études,
- les centres de recherches professionnels CEBTP, CTICM, IRSID ) et diverses écoles (École Centrale, École Polytechnique).

En 1980, trois points ont été caractéristiques :

### LE DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU CODE DE CALCUL DES STRUCTURES : « MARINA »

Le CNEXO et le CTICM se sont associés pour mettre au point un nouveau code de calcul approprié au comportement à la mer des structures flottantes ou articulées sur le fond. Ce système de programmes informatiques, auquel a été donné le nom de « MARINA », a été développé au sein du CTICM.

Le système « MARINA » est une chaîne de programmes informatiques intégrés permettant l'analyse des mouvements, des efforts engendrés et de la tenue à la fatigue des structures flottantes ancrées ou non. Il incorpore les plus récents développements théoriques en matière de calcul des forces hydrodynamiques avec prise en compte des effets de diffractions et de radiation (méthodes intégro-variationnelles). Son originalité tient aussi à sa structure modulaire conçue en fonction des besoins d'un quelconque utilisateur. Il fournit à celui-ci une hiérarchie de solutions harmoniques qui permet d'optimiser le rapport performances/coûts. Cet outil devrait contribuer, sous sa forme définitive en 1981, à renforcer le potentiel de l'ingénierie française dans le domaine du calcul des structures en mer.

### LA MISE EN PLACE D'UN SYSTÈME D'INTERPRÉTATION DE MESURES SUR STRUCTURES INSTRUMENTÉES EN MER : « SIMSIM »

Nouveau système informatique développé au COB, « SIMSIM » est destiné à l'analyse des bases de données issues des campagnes d'instrumentation sur plates-formes en mer, afin de faciliter l'accès aux mesures de comportement de structures et l'interprétation de ces mesures.

Ce logiciel répond à un besoin précis de la part des constructeurs, des sociétés de classification et des utilisateurs de plates-formes en mer. Les structures en

mer sont en effet équipées de capteurs de mesure d'efforts et de déformations permettant, par corrélation avec l'observation des caractéristiques de l'environnement physique (houle, vent, courant), de suivre dans le temps le comportement de l'ouvrage vis-à-vis de la sécurité. Ce suivi est d'autant plus nécessaire pour les très grandes structures qu'on ne peut pas ramener en cale sèche pour examen et entretien périodiques. La masse considérable d'informations enregistrées, le caractère « aléatoire » de l'amplitude et de la direction de la houle, la difficulté de sélectionner les paramètres les plus significatifs, l'extrapolation sur de longues périodes de données statistiques enregistrées pendant des durées limitées, la complexité des calculs de stabilité des grandes structures, justifiaient la mise au point d'un outil informatique spécialement adapté à l'analyse de ce type de données. Ce système d'analyse permet en effet :

- la prise en compte de la réalité physique (direction, multidimensionnalité, causalités),
- la représentation des résultats afin de permettre au cerveau d'exercer ses facultés d'analyse,
- la qualification des données permettant le choix des méthodes de traitement,
- la validation et la visualisation des données.

La spécificité de ce système informatique « SIMSIM » implanté sur l'ordinateur IRIS 80 du COB par rapport à d'autres systèmes mis en œuvre aux États-Unis, en Grande-Bretagne ou en Norvège, réside dans son faible coût de mise en œuvre.

### PREMIER COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA TENUE DES STRUCTURES EN BÉTON

Le premier colloque international sur la tenue des structures des ouvrages en béton en mer qui a eu lieu au COB en octobre 1980 a été l'occasion de mettre en évidence le rôle de l'ARBEM, créé en 1979 afin de coordonner les efforts de recherche en matière de construction en béton en mer.

Le CNEXO avait pris une part très active dans cette création qui élargissait une action engagée depuis 1976 conjointement par le CNEXO et le CEBTP.

Ce colloque a souligné l'intérêt du béton comme matériau de choix pour la construction des plates-formes nécessaires à l'exploration et à l'exploitation en mer. Les points qui devraient faire l'objet de recherches ultérieures ont été précisés :

- l'imprégnation du béton sous l'effet de la pression hydrostatique : mécanique des milieux faiblement poreux,
- la protection des armatures contre la corrosion,
- l'effet des sollicitations répétitives dues à la houle,



- les effets de gradient thermique pour les réservoirs de stockage immergés,
- les méthodes de surveillance de l'intégrité des ouvrages,
- la mise au point de matériaux nouveaux (bétons légers).

Ce colloque a ainsi mis en évidence que le programme de l'ARBEM permettait à la France de figurer en bonne place dans l'ensemble européen.

## 2. PHYSIOLOGIE HYPERBARE

Les études menées dans les laboratoires publics et privés, auxquels le CNEXO apporte un soutien financier (Marine Nationale, Universités, CNRS, Compagnie Maritime d'Expertise COMEX, CG. DORIS) doivent permettre d'améliorer les conditions générales de la plongée humaine.

En 1980, les travaux ont essentiellement compris des travaux sur les mammifères pour l'étude du Syndrome Nerveux des Hautes Pressions (SNHP), principal phéno-

mène limitant de la plongée profonde. La synthèse des travaux effectués de 1976 à 1980 sur le singe en hyperbarie a par ailleurs été publiée cette année.

D'une façon générale, les expérimentations réalisées jusqu'à présent ont montré que l'on pouvait atteindre 800 mètres avec un SNHP peu important (absence de tremblement, de myoclonies, de crises d'épilepsie; réduction des modifications de l'électro-encéphalogramme) à condition que le mélange respiratoire contienne de l'azote avec un profil de compression adapté. Par ailleurs, les compressions menées entre 800 et 1 100 mètres ont montré l'existence d'une symptomatologie différente de celle décrite lors des compressions rapides précédentes. Lors des expériences conduites à 1 000 mètres et au-delà, les deux décès d'animaux observés au cours de la décompression sont à rattacher en grande partie aux symptômes observés au cours de la compression et au début du séjour.

## 3. DÉVELOPPEMENT DES MOYENS DE CONNAISSANCES ET D'INTERVENTION DANS LE MILIEU PROFOND

Pour remplir sa mission en matière de technologies d'intérêt commun, le CNEXO entretient le matériel existant, en le faisant évoluer progressivement, développe ou fait développer les véhicules et les équipements associés correspondant aux besoins actuels, participe à la création des techniques nécessaires aux équipements de demain.

### ENGINS INHABITÉS

#### Transfert de l'engin «ÉPAULARD» à la Direction de la Flotte

La décision de construire l'engin «ÉPAULARD»\* a été prise en mars 1976. Après une pré-étude de faisabilité, le programme de constructions a été initié au début de l'année 1977, le véhicule étant mis à l'eau pour la première fois en mars 1979.

Quatre campagnes d'évaluation et de mise au point se sont déroulées en 1979 et 1980. Lors de la quatrième campagne (octobre 1980), deux plongées successives ont eu lieu au large du Portugal par 5 150 mètres de fond, suivies d'une plongée au large de Nice au cours de laquelle le canyon du Var a été exploré jusqu'à

### PRISE DE PARTICIPATION DU CNEXO DANS LE CAPITAL DE COMEX/INDUSTRIES

*A la suite d'un accord intervenu en 1979 avec la COMEX, des créances du CNEXO sur la COMEX ont été converties en une prise de participation de 10 % du capital de COMEX/Industries.*

*Cette participation marque de façon plus générale aussi le désir du CNEXO :*

- de contribuer à la prospérité de l'industrie française de l'intervention sous-marine qui est en particulier nécessaire à la valorisation de son propre effort technologique,
- de mieux saisir l'évolution possible des structures de cette industrie dans un contexte en évolution rapide où elle a montré une certaine vulnérabilité,
- d'assurer cette industrie d'un recours possible à ses propres moyens, de surface, d'intervention sous-marine et de Recherche-Développement en appui de ses efforts propres,
- d'avoir une meilleure connaissance du marché et des besoins des utilisateurs pour mieux orienter ses propres programmes d'étude et de développement,
- de trouver enfin une formule plus souple et plus adaptée à la situation de l'industrie pour, dans certains cas, assurer le retour financier justifié de ses interventions en matière de Recherche-Développement au bénéfice des entreprises.

\* «ÉPAULARD» est un véhicule inhabité, sans câble, à télécommande acoustique capable d'une autonomie de 8 heures à 6 000 mètres de fond et à une vitesse de 1,5 nœud.



1 500 mètres de fond, puis le canyon du Paillon. Au cours de cette même campagne, l'équipe opérationnelle, constituée par du personnel GENAVIR, a progressivement pris en charge l'engin qui a été transféré à la Direction de la Flotte le 1<sup>er</sup> janvier 1981.

L'engin «ÉPAULARD» participera en 1981 à deux campagnes SEANOD dans le Pacifique (février-avril) (exploration de gisements de nodules polymétalliques).

## ENGINS HABITÉS

### Refonte de l'engin «CYANA»

L'engin «CYANA» a subi, entre octobre 1979 et mars 1980, un grand carénage qui a compris la remise en état de la sphère, la réfection quasi totale de la charpente, la remise en état ou réfection des éléments de carénage extérieur et des caisses d'assiette à mercure, la révision complète de la distribution hydraulique du bras téléma-

nipulateur et des équipements électroniques, l'installation d'un gyro-compas et d'une caméra de télévision en couleur.

En 1980, c'est un engin entièrement rénové et modernisé qui a pris la mer pour des campagnes scientifiques ou d'intervention à grande profondeur. La refonte de la propulsion de la centrale hydraulique et de la centrale d'acquisition était en effet intervenue les années précédentes.

En matière d'instrumentation pour la prise de vues (photographie et télévision) et l'acquisition des données (bathymétrie fine par exemple), l'engin est désormais équipé de moyens très performants.

L'architecture d'origine de «CYANA» destinait plutôt cet engin à des missions d'observation. Toutefois, en 1980, deux opérations de relevage d'épaves très difficiles, ont été conduites avec succès.



Engin «CYANA».

### Construction du sous-marin d'observation et d'intervention «SM 97»

Initiée à la fin de l'année 1978 sur décision du Conseil des Ministres, la réalisation du sous-marin 6 000 mètres «SM 97» est conduite en coopération avec la Direction Technique des Constructions Navales qui assure le rôle de maître d'œuvre industriel. Cette réalisation se déroule en trois phases :

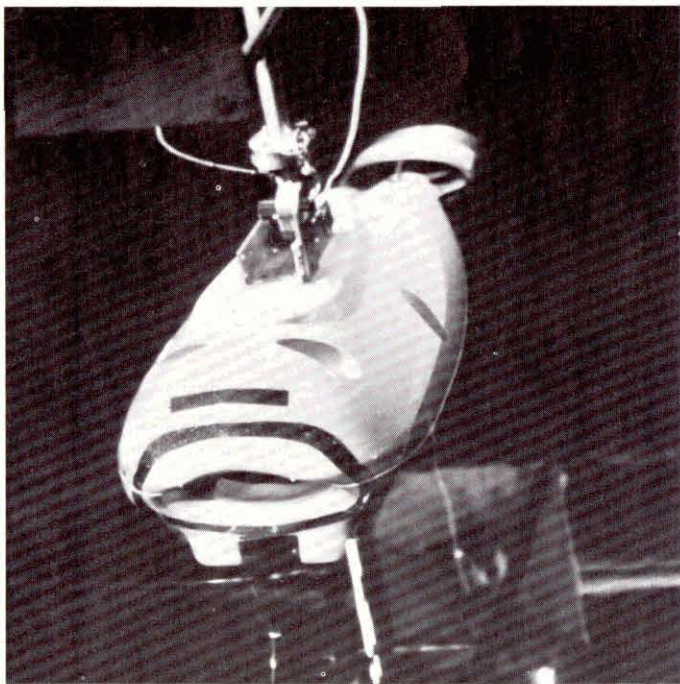
- une étude d'avant-projet

Cette première phase achevée au début de l'année 1980 a conduit à une spécification technique générale du sous-marin et à un plan d'architecture d'ensemble

répondant aux spécifications opérationnelles qui avaient été rédigées par le CNEXO. L'option fondamentale prise au cours de cette phase d'avant-projet est de réaliser le sous-marin autour d'une sphère de 2,10 mètres de diamètre intérieur en alliage de titane qui constitue l'habitacle des trois hommes formant l'équipage. Le choix de cet alliage de titane conduit en matière de métallurgie à une «première technique» européenne. Il permet un gain de poids important et élimine tout problème de corrosion sur cet élément majeur du sous-marin.

- une phase de qualification des principaux composants et de spécification des sous-ensembles





**Maquette de l'engin « SM 97 ».**

On a déjà procédé :

- à la réalisation d'un hémisphère expérimental destiné à la caractérisation mécanique de l'alliage de titane après laminage et formage. Ce travail a été confié à la Société CEZUS (Ugine Saint-Chamond) pour la tôle, et à la Société EUROFORM (Creusot-Loire) pour le formage,
- au début de la qualification sous pression des matériaux de flottabilité,
- à la qualification optique des hublots,
- à la réalisation d'un prototype de propulseur répondant à une technique nouvelle de moteur à courant continu à commutation électronique confiée à la Société AUXILEC.

#### ● la construction

Alors que la deuxième phase se poursuivra encore pendant une grande partie de l'année 1981, les travaux de la troisième, réalisation proprement dite du sous-marin, ont débuté à la fin de l'année 1980. Cette phase comporte l'étude et les dessins de détails de tous les éléments constitutifs du sous-marin, la construction de ces éléments, l'approvisionnement ou la réalisation des équipements et outillages ainsi que celle de l'infrastructure à bord du navire support.

## TECHNIQUES NOUVELLES

Dans ce domaine, une première série de travaux concerne le développement à Toulon des équipements acoustiques associés aux engins. Depuis 1975, ont été ainsi développés le système de bathymétrie fine utilisé sur « CYANA » et « ÉPAULARD », le système de navigation base longue « NAVIS » qui a remplacé pour l'engin « CYANA » le système « THOMSON-CSF 1 » et le système de

navigation base ultra-courte « MINIBASE » utilisé pour le positionnement de l'engin « ÉPAULARD ». Les travaux réalisés en 1980 ont compris :

#### **La mise en service de deux systèmes de navigation acoustique**

- le système « NAVIS » répondant au concept « base longue », c'est-à-dire positionnement d'un véhicule sous-marin et de son navire support par rapport à un réseau de balises posées sur le fond de la mer. Ce système étudié en coopération entre la Direction des Constructions et Armes Navales de Toulon et le CNEXO a été réalisé par la société THOMSON-CSF. Il est utilisé pour le positionnement de l'engin « CYANA »;

- le système « MINIBASE » qui répond au concept « base ultra-courte », c'est-à-dire positionnement d'un sous-marin par rapport à un petit réseau de transducteurs fixés sur le navire support. Ce système a été étudié et réalisé pour le compte du CNEXO par la société CIT-ALCATEL. Il est actuellement utilisé pour le positionnement de l'engin « ÉPAULARD ».

Un loch doppler construit par la société THOMSON-CSF a, par ailleurs été essayé avec succès sur l'engin « CYANA ». Après quelques modifications et associé à un gyro-compass et calculateur d'estime, il est destiné à doter « CYANA » d'un équipement de navigation à l'estime précise, complémentaire de la navigation acoustique « NAVIS ».

#### **Une expérimentation de télétransmission acoustique**

Afin d'améliorer les performances de l'engin « ÉPAULARD » et d'en diversifier les missions, le CNEXO a mené une expérimentation de transmission analogique par voie acoustique d'images de télévision à cadence lente. Cette première expérimentation a permis de retransmettre au N/O « LE SUROÏT » des images de télévision prises par l'engin « CYANA » en plongée à 2 000 mètres de profondeur. Cette étude sera poursuivie en 1981. Parallèlement le CNEXO participera aux travaux entrepris par l'IFP et THOMSON-CSF sur la « compression » d'informations.

#### **L'étude d'un prototype marin de pile à combustible**

Le CNEXO participe, dans le cadre d'un financement du fonds de soutien aux hydrocarbures à l'étude d'un prototype marin de pile à combustible hydrogène-oxygène destinée à doter les sous-marins d'intervention sur le plateau continental d'une source d'énergie plus performante que les batteries d'accumulateurs classiques. Le projet est conduit sous la maîtrise d'œuvre de la société COMEX/Industrie avec la participation de l'IFP qui fournit les cœurs de piles, le CNEXO étant pour sa part chargé de l'expérimentation qui débutera à la BOM au début de l'année 1981.

Un deuxième axe des travaux consiste à aider les industriels français à créer et développer de nouveaux matériels et équipements fondés sur des techniques nouvelles, telles que l'acoustique non linéaire, l'effet Doppler et les procédés de transmission d'images. Ces travaux sont conduits au COB par le département TDI.



## DÉVELOPPEMENT DE TECHNIQUES NOUVELLES : TRAVAUX DU DÉPARTEMENT TECHNOLOGIE ET DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL (COB)

En 1980, les nouveaux matériels étudiés par le département Technologie et Développement Industriel du COB ont été mis en œuvre au cours de campagnes tandis que l'effort de création en matière d'instrumentation se poursuivait.

### EXPÉRIMENTATION A LA MER DE MATÉRIELS NOUVEAUX

#### Nouvelle version de l'engin « RAIE 2 »

Cette nouvelle version a été étudiée, réalisée et mise en œuvre en 1980. Initialement l'engin « RAIE » avait été conçu pour la reconnaissance des champs de nodules. La nouvelle version a été développée pour l'exploration en terrain accidenté et conçue à partir d'un châssis lourd, rigide, mis en œuvre sans lest sur le fond.

Les équipements sont essentiellement ceux du « RAIE 2 » première version, toutefois une deuxième caméra a été ajoutée ainsi qu'une sonde de température à haute résolution qui permet la détection des anomalies de température à proximité du fond. L'information de température est transmise en temps réel à l'aide du pinger fonctionnant en télémètre. Ce système a été mis en œuvre au cours de l'année 1980, lors des deux campagnes SEARISE et SEATOL, alors que l'engin « RAIE » première version était utilisé pour les deux campagnes du département « Biologie » : DEMERABY et SEABED II;

#### Mise en place d'un réseau de bouées type « SPEAR »

Ce réseau a pour but d'évaluer l'énergie de la houle sur la côte atlantique de la Bretagne à Arcachon. Les informations sur le spectre d'amplitude de la houle sont transmises au COB par le système « ARGOS ».

### NOUVELLES ÉTUDES

**Biologie :** évaluation de la sédimentation abyssale à l'aide d'un module autonome destiné à la mesure du flux vertical de particules transitant de la surface vers le fond;

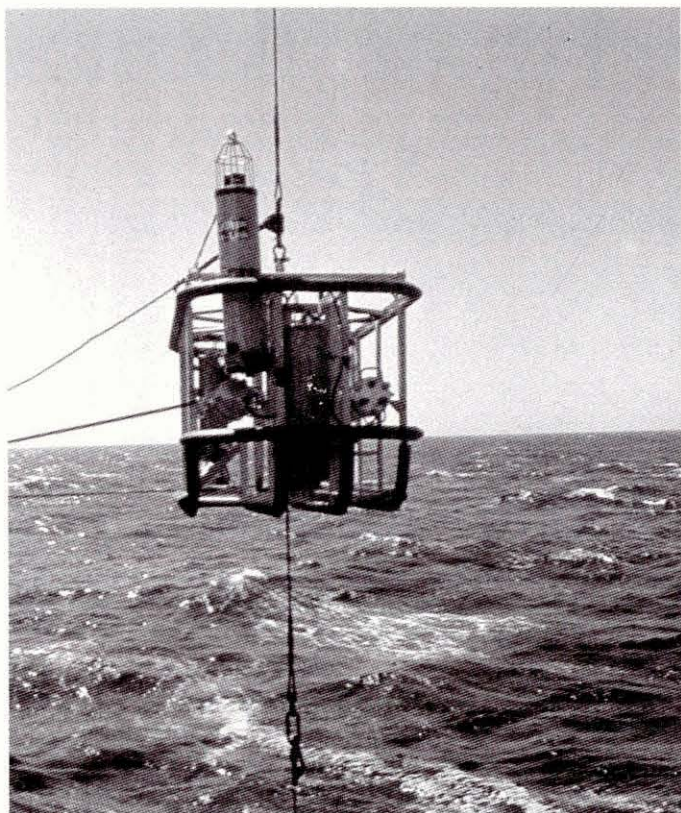
**Géologie :** amélioration des dragues à roches, afin d'augmenter l'efficacité des prélèvements; amélioration du dispositif « RAIE » pour la prospection des sites hydrothermaux prévue en 1981;

#### Océanographie physique :

- mesure du spectre directionnel de la houle, en collaboration avec le département « Océanographie Physique » du COB. L'équipement réalisé au Département Technologie et Développement Industriel permet de visualiser en temps réel les paramètres relatifs à l'énergie et à la direction des vagues. Ces paramètres sont obtenus à partir des données « pilonnement », « roulis », « tangage », et « cap » fournies par les capteurs équipant une bouée toroïdale. Le spectre d'énergie, fonction continue de la fréquence et de la direction de la houle, est décrit à l'aide de 19 bandes de fréquence. La réalisation de la station-sol est fondée sur un logiciel de calcul implanté sur micro-processeur. Cette étude constitue la première phase d'une étude plus complète qui conduira à la transmission par satellite de l'ensemble des données;

- mesure des courants par effet Doppler, en liaison avec la société THOMSON-CSF. Cette action doit permettre de développer une version autonome du courantomètre Doppler qui permettra la mesure du vecteur courant suivant trois composantes correspondant à trois faisceaux acoustiques. Cette mesure est effectuée pour chacune des 32 couches d'eau situées au-dessus des transducteurs. La portée maximale est de l'ordre de 200 mètres. L'ensemble de la partie mécanique a été réalisé au Bureau d'Études du département « Technologie et Développement Industriel ».





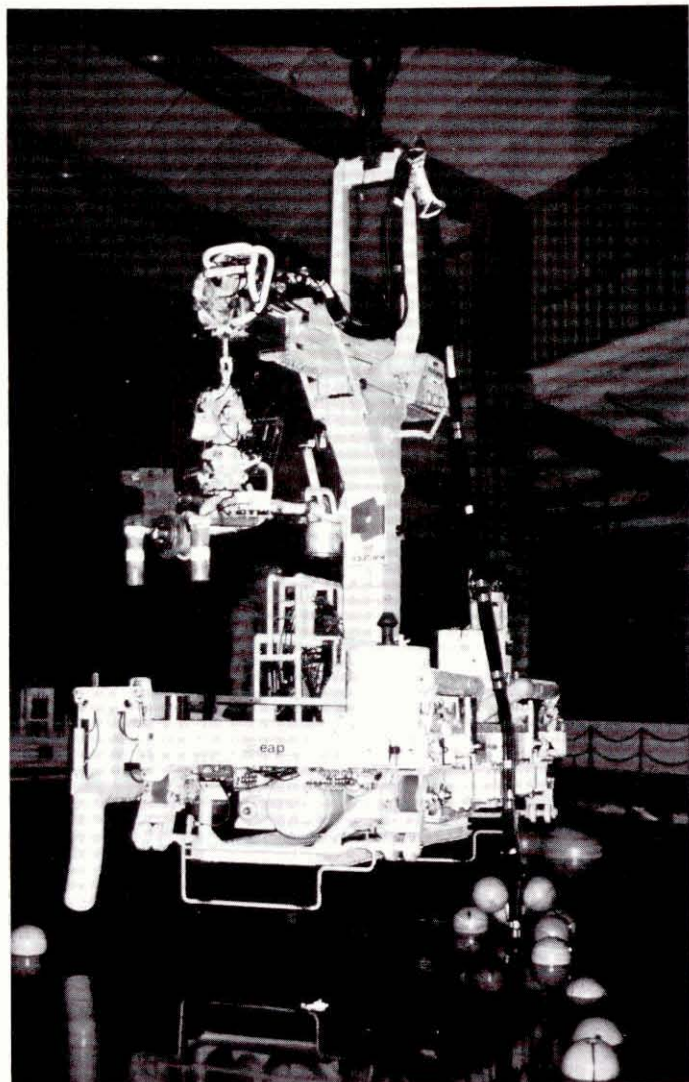
*L'engin « RAIE 2 ».*

*Mise à l'eau d'un courantomètre Doppler.*



#### 4. ACTIVITÉS DES MOYENS D'ESSAIS DU COB

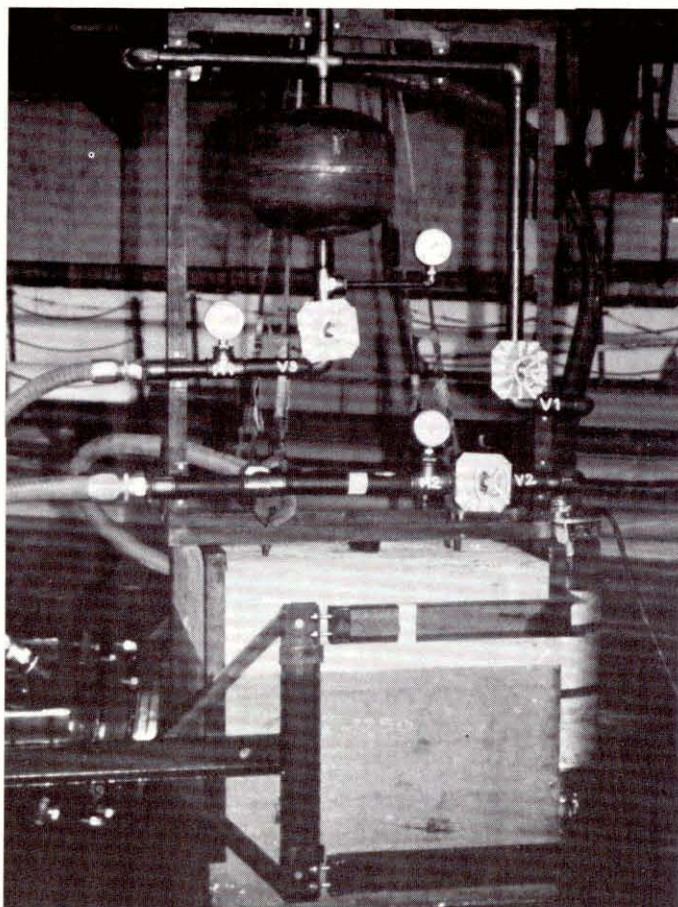
L'activité des moyens d'essais du COB est à la fois révélatrice de la diversité des services qui peuvent être rendus, et de la diversité des bénéficiaires de ces services : équipes propres du CNEXO, industriels. L'activité des moyens d'essais en prestations de services a été en nette progression en 1980. La répartition de l'activité a été la suivante : 42 % des heures travaillées sont consacrées aux travaux du CNEXO, 34 % aux prestations, 24 % à la maintenance et au développement des moyens. Cette activité a concerné différents domaines :



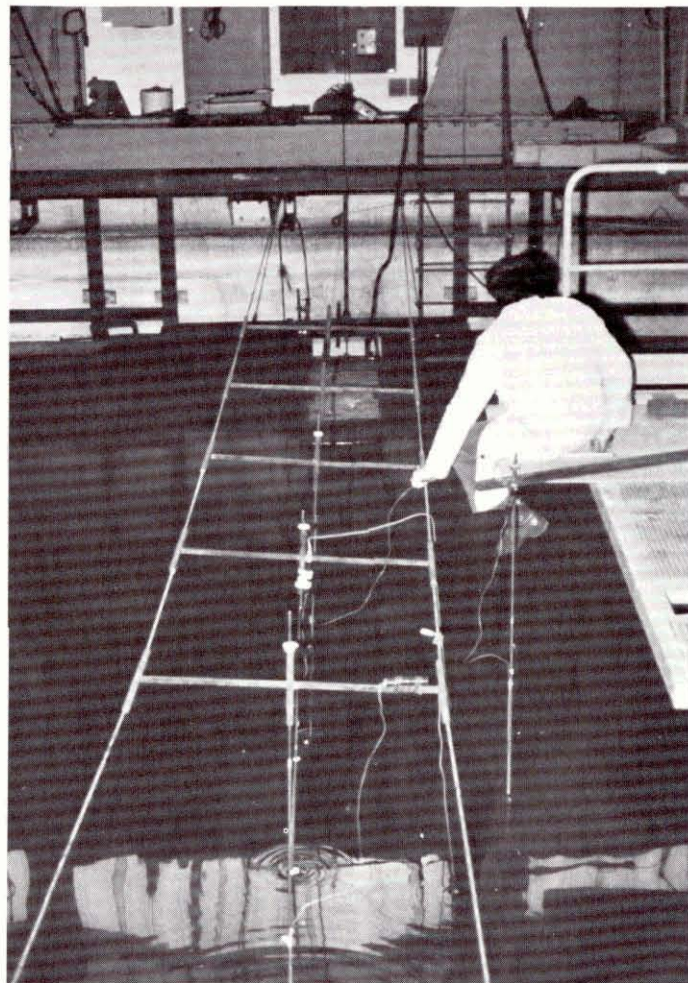
*Essais du Télémanipulateur d'Intervention Marine « TIM ».*

- les essais d'évaluation et de qualification : en coopération avec ELF et SYMINEX, évaluation et qualification de divers capteurs océanographiques;
- les essais en pression : évaluation des performances des matériaux composites pour la réalisation d'enceintes en pression extérieure avec les sociétés SOVAP, MURGUE-SEIGLE et SNIAS, étude du comportement des fibres optiques par les Câbles de Lyon;

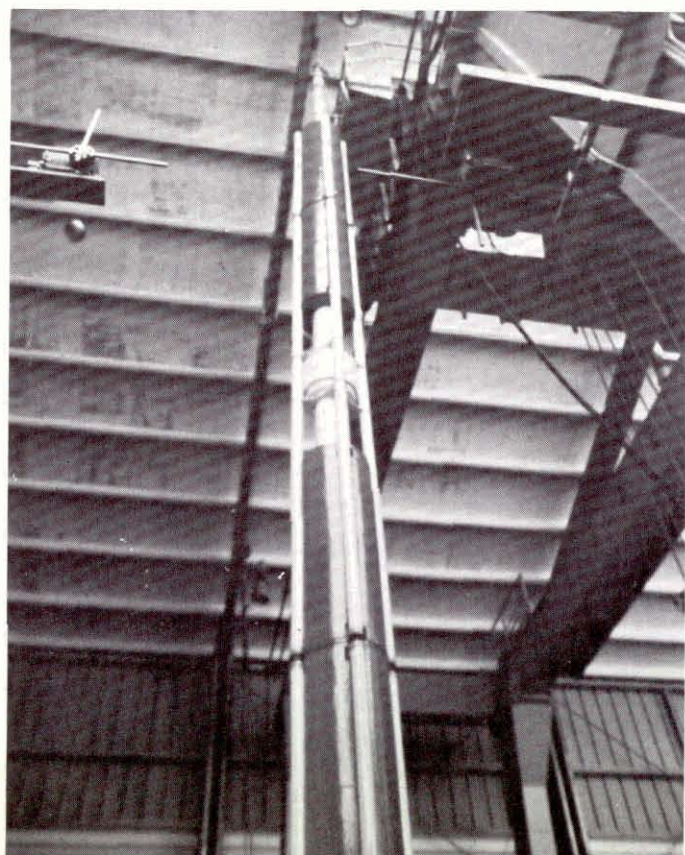




◀ **Étude d'une ventouse hydraulique destinée aux systèmes d'inspection des plates-formes (Sea Tank Co).**



▲ **Réglage de sondes pour dispositif d'étude d'un modèle de la houle engendrée par un glissement de terrain sous-marin.**



◀ **Essai d'un modèle de riser.**

- les études sur modèle physique : modélisation de l'écoulement de granulats dans une conduite verticale avec le CEA et l'Omnium Technique des Transports par Pipelines (OTP), étude fondamentale en modélisation des glissements de terrain sous-marins;

- la mise au point de matériels : les ACB et ELF ont achevé dans le bassin d'essais la mise au point de télémanipulateur d'intervention destiné au champ expérimental de GRONDIN et assuré l'entraînement du personnel destiné à sa mise en œuvre.

Une coopération avec d'autres laboratoires d'essais spécialisés a, par ailleurs, pu être établie entre TDI et le CEBTP, l'IFP, le CETIM. En 1980, une étude sur les forces hydrodynamiques agissant sur un élément de riser en pilonnement a été menée en collaboration avec l'Université de Nantes (École Nationale Supérieure de Mécanique - ENMS).

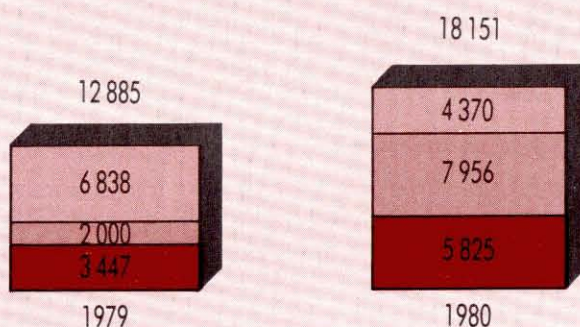
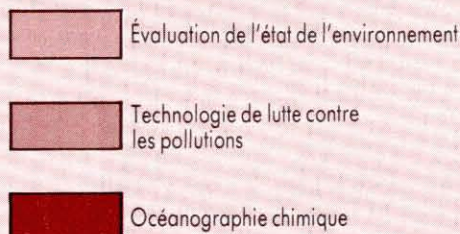


## d - environnement et protection du milieu marin

Le premier type de travaux en ce domaine est caractérisé par une approche pluridisciplinaire dans laquelle interviennent l'océanographie physique, la chimie

marine, la sédimentologie et l'écologie. Un second type de travaux porte sur la pollution accidentelle par les hydrocarbures, sur les technologies de récupération des hydrocarbures, sur l'évaluation de l'impact de ces pollutions sur la faune et la flore marines. Enfin, à la demande d'administrations ou d'entreprises, le CNEXO développe une capacité d'intervention pour le compte de tiers, en particulier pour diverses études d'impact de réalisations d'aménagement sur le milieu environnant. Il assure également la coordination de réseaux de collecte systématique et permanente de données sur la qualité des eaux. Ces travaux ont été effectués en 1980 autour des trois objectifs suivants :

Budget de programme du thème 4  
par objectif,  
comprenant crédits d'investissement  
et crédits de fonctionnement est le suivant  
(en milliers de francs)



### 1. OCÉANOGRAPHIE CHIMIQUE

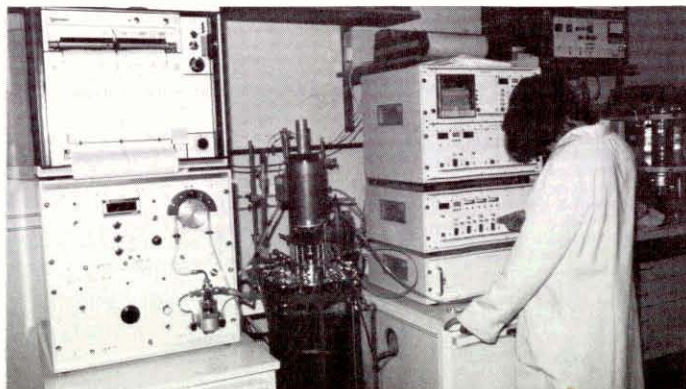
L'année 1980 a été caractérisée par des résultats importants obtenus concernant essentiellement la chimie des constituants mineurs.

### 2. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT MARIN

#### ÉTUDE DES ULCÉRATIONS DES POISSONS ET MAMMIFÈRES MARINS

Le CNEXO a publié à la fin de l'année 1980 les résultats obtenus au cours des deux premières années de mise en œuvre du programme national initié en 1978, d'une durée totale de quatre ans, portant sur les « nécroses » ou ulcérations de poissons et mammifères rencontrés sur

le littoral français. La mise en œuvre et les premiers résultats de ce programme sont exemplaires à plusieurs égards :



**Faculté des Sciences d'Aix Marseille II. Procédé de fermentation des hydrocarbures.**



**Un programme scientifique fédérateur :** coordonnée depuis 1978 par le CNEXO, cette étude interdisciplinaire fait travailler ensemble 21 laboratoires de recherche, soit la quasi totalité du potentiel scientifique français expert en la matière. En outre, toutes les parties intéressées en France par la sauvegarde des ressources vivantes de la mer et la protection du milieu marin sont associées à ces travaux : marins pêcheurs et industriels, représentants du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, de la Direction des Pêches Maritimes de la Direction Générale de la Marine Marchande, des Agences Financières de Bassin, du Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles (SPPPI) de la baie de Seine, du Secrétariat pour l'Étude du littoral Calais-Dunkerque (SECADU), de la Commission chargée de contrôler les pollutions de la baie de Seine,

**Une nouvelle méthode pour l'évaluation toxicologique :** pour la première fois, une approche globale pour l'étude de tels phénomènes a été mise en œuvre. Rompant avec les méthodes antérieures françaises ou étrangères plus ponctuelles, le travail s'est effectué en deux temps : collecte continue des informations et du matériel biologique, puis examen systématique, en laboratoire, par des méthodes anatomo-pathologiques, chimiques et bactériologiques du matériel collecté. Un effort méthodologique a été mené, en particulier, par les équipes françaises pour appliquer à l'évaluation toxicologique des méthodes chimiques sophistiquées. Ces nouvelles méthodes non destructives, apparaissent fondamentales tant pour la suite de ces études que pour l'étude des pollutions marines en général, notamment de leurs effets sur les organismes vivants.

**Premiers résultats. Première description du phénomène sur les côtes françaises :** un panorama a été dressé qui fournit une estimation encore provisoire de la proportion des poissons et des mammifères marins porteurs de lésions, prélevés dans les eaux côtières. Pour les poissons, cette proportion apparemment négligeable pour le littoral atlantique est comprise entre 0,5 et 1 % pour les eaux côtières de la Mer du Nord, de la Manche et de la Méditerranée. Une exception concerne les côtes bretonnes où de nombreuses espèces pêchées après le naufrage de l'« AMOCO CADIZ » aux abords de l'Aber Benoit et de l'Aber Wrach étaient plus gravement lésées. Cette remarque rappelle la responsabilité des hydrocarbures dans l'apparition de certains types d'ulcérations, notamment de la maladie érosive des nageoires. La plupart des espèces observées semblent également atteintes, à l'exception de la limande.

**Analyse du phénomène d'ulcération :** les examens anatomo-pathologiques donnent, en premier lieu, une classification précise des lésions externes. Hormis la maladie à « lymphocystis », la maladie érosive des nageoires, et quelques ulcérations traumatiques ou parasitaires, elles comprennent en majeure partie des

« nécroses » proprement dites ou ulcérations cutanées, en cours d'évolution pathologique, en voie de cicatrisation ou même cicatrisées. Elles peuvent être considérées comme les stades successifs d'une même évolution pathologique. Ces lésions externes, qui frappent l'opinion publique, ne sont pas les seules mises en évidence. Bien plus importantes, du point de vue pathologique, apparaissent les lésions internes dans les viscères, principalement dans le foie et la rate. Elles pourraient même s'avérer déterminantes dans l'apparition des lésions externes, si la corrélation entre « nécroses » cutanées et lésions viscérales, mise en évidence, était généralisée.

**Étude des divers processus d'accumulation de composés chimiques dans la matière vivante :** trois processus de concentration ont été mis en évidence :

- les contaminations accidentelles : celle des poissons de la Manche orientale et de la Mer du Nord, par des souillures abondantes dans certaines zones explorées,
- la concentration résultant d'adaptations fonctionnelles ou de troubles métaboliques pour les concentrations des mêmes métaux, sous d'autres formes, en particulier dans le foie et la rate,
- la formation de nodules viscéraux dans les divers groupes ou espèces, porteurs de lésions externes ou quelques fois apparemment sains.

De l'élucidation à venir de ces processus devrait dépendre l'identification des causes des ulcérations externes ou internes observées chez les poissons marins.

## ÉTUDE SUR LA CHIMIE DES CONSTITUANTS MINEURS

*L'analyse des polluants métalliques et organiques a été poursuivie dans trois milieux particuliers : - l'interface eau-atmosphère, voie de transport et d'échange de polluants; - le milieu homogène de la colonne d'eau; - l'interface eau-sédiment, siège de piégeage de polluants. Les travaux comprennent :*

- l'étude des métaux lourds (UBO-COB) : les technologies de dosage sans préconcentration, et leurs limites de sensibilité, les mécanismes d'alcalisation et l'origine de complexants organiques permettant leur surconcentration dans la couche superficielle, ont été étudiés en 1980,
- l'étude des hydrocarbures et de leurs dérivés : menée sur le littoral méditerranéen, elle analyse en particulier les processus de dégradation de différents pétroles, dans la couche superficielle, dans la colonne d'eau et dans les sédiments,
- le transfert de masse à l'interface eau-atmosphère : menée en soufflerie, elle analyse les paramètres physiques qui contrôlent les transferts de masse. Elle s'intéresse aux gaz simples.



Ces premiers résultats soulignent que les éléments chimiques, dont les concentrations paraissent les plus significatives au sein de la matière suivante, peuvent être soit des constituants du milieu naturel, soit des polluants chimiques apportés par l'homme à ce milieu. Ils soulignent également que la présence de certains éléments ou polluants chimiques, même en quantités

importantes dans la matière vivante, n'est pas une preuve suffisante des conséquences pathologiques qui leur ont été souvent attribuées.

La suite du programme s'attachera à déterminer dans quelle mesure chacune de ces concentrations est le fait de processus physiologiques propres à certaines espèces.

## ÉTUDE DE LA BIODÉGRADATION DES POLLUANTS MARINS

*L'analyse des processus de biodégradation des polluants marins par la microfaune et la microflore doit servir de fondement aux études à caractère très appliqué pour la mise au point de composés ou techniques permettant d'accélérer la destruction des hydrocarbures après un déversement accidentel. Le programme se divise en trois points :*

Étude in situ et en laboratoire de la dynamique des processus de dégradation des hydrocarbures déversés dans le milieu marin. Cette étude est menée in situ principalement dans deux types de zones :

- interface eau-sédiment du littoral méditerranéen situé au débouché d'un effluent d'une raffinerie de pétrole, dans lequel prédominent les fractions aromatiques [Université d'Aix-Marseille II/Luminy (Laboratoire de Structure et Fonction des Biomembranes), CNRS et Université d'Aix-Marseille I/Provence (Département de Microbiologie et de Physiologie biochimique)];
- zones littorales humides et substrats meubles des abers bretons et de l'estuaire de la Rance, après divers traitements pour accélérer les processus de dégradation (MNHN).

Parallèlement, en laboratoire, les travaux de l'Université d'Aix-Marseille II/Luminy (Laboratoire de Structure et Fonction des biomembranes) contribuent à une meilleure compréhension des processus de biodégradation des hydrocarbures. Ils montrent que ces processus font intervenir des mécanismes complexes d'information génétique, permettant la synthèse de protéines impliquées dans la biodégradation des hydrocarbures. Cette information est apportée par des plasmides, souvent assimilés à des virus. Théoriquement une bactérie peut donc dégrader n'importe quelle molécule organique, si elle possède le gène ou plasmide porteur de l'information qui lui permet de reconnaître cette molécule. Contrairement à ce que l'on a pu penser jusqu'à présent, il n'y a donc pas d'hydrocarbure biodégradable ou non biodégradable, mais simplement des bactéries spécifiques de la dégradation de chaque composé chimique, quel qu'il soit. Ce résultat est très important pour la lutte préventive contre les pollutions marines. Il laisse prévoir, en effet, qu'à chaque pollution peut correspondre une bactérie capable de la détruire.

Méthodes d'évaluation de la biodégradabilité des polluants en milieu marin et de la capacité de biodégradation d'un système bactérien (Institut Pasteur de Lyon, ISTPM, Institut National de Recherche Chimique Appliquée — IRCHA). L'étude effectuée conjointement par ces trois laboratoires n'a pu encore aboutir, en raison des difficultés d'ordre expérimental, rencontrées pour étén-

dre au milieu marin les méthodes applicables aux eaux douces.

Bases microbiologiques et biochimiques des biotechnologies de lutte contre les pollutions accidentelles. Trois études sont développées :

**Essais d'accélération en lagunes de la biodégradation naturelle des hydrocarbures pétroliers déversés en mer** (Université d'Aix-Marseille I/Provence, IFP, Fondation Scientifique Ricard).

Cette étude menée au bassin des Embiez fournit un résultat d'intérêt scientifique d'importance pour la lutte opérationnelle en mer ou sur le littoral. Les premiers résultats montrent que le traitement chimique par un dispersant contenant même de l'azote et du phosphore, le traitement biologique par enrichissement en bactéries marines ou même la combinaison des traitements précédents, sont sans effet sur la dégradation du pétrole, dans les conditions de l'expérience, mais aussi en mer et dans les sédiments. Les résultats de cette expérience devront toutefois être confirmés.

**Production et identification de tensio actifs sécrétés par des bactéries sélectionnées**

[Université d'Aix-Marseille II/Luminy (Laboratoire de Structure et Fonction des Biomembranes), CNRS et MNHN]. Ces composés ont été observés, isolés puis identifiés. Ils pourraient être utilisés comme dispersants d'origine biologique, présentant un certain nombre d'avantages à cet égard sur les dispersants utilisés actuellement.

**Mise au point d'un procédé de fermentation en continu des hydrocarbures**

[Université d'Aix-Marseille II/Luminy (Laboratoire de Structure et Fonction des Biomembranes), CNRS et MNHN] Au terme de 18 mois d'étude, la maîtrise des paramètres gouvernant ces processus est acquise. Elle a permis de dégrader 100 % des mélanges contenant peu d'asphaltènes et 75 % des pétroles bruts, contenant une forte proportion d'asphaltènes ou autres hydrocarbures très lourds, les plus difficiles à traiter. De tels rendements ne semblent encore jamais avoir été atteints en laboratoire. Ils permettent d'espérer des applications déterminantes pour la destruction des pollutions marines chroniques et accidentelles.

Ces deux études se font en liaison avec la Société Nationale des Pétroles Elf-Aquitaine.



ces, ou de dérèglement de ces processus liés ou non à la qualité du milieu marin.

La présentation en diverses occasions des principaux résultats de ce programme a suscité un vif intérêt auprès des équipes étrangères effectuant des études analogues et poursuivant les mêmes objectifs. Les études envisagées en coopération avec ces équipes ou les échanges d'informations prévus dans le cadre d'instances internationales permettent d'espérer un apport aux travaux de la deuxième phase.

En particulier, le groupe de travail du CIEM sur la pathologie des organismes marins, présidé par le Directeur de l'ISTPM, a décidé de constituer une équipe qui, sous la responsabilité du CNEOX, a pour missions essentielles de proposer et d'harmoniser les méthodologies destinées à établir le diagnostic de maladies connues, observées sur les animaux marins et de définir une approche systématique conduisant aux causes et aux processus de formation des maladies observées (poissons, crustacés et mollusques).

## ÉTUDES DE SUIVIS ÉCOLOGIQUES

### Suivi écologique de la pollution due à l'accident du pétrolier «TANIO»

En 1980, le CNEOX a entrepris à la demande du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, un programme

pour l'étude des conséquences sur la faune et la flore des déversements dus à l'accident du pétrolier malgache «TANIO» survenu le 7 mars 1980, au Nord de l'île de Batz. Lors de cet accident, la partie arrière du navire, avec 10 000 tonnes de fuel n° 2 a pu être remorquée jusqu'au Havre et l'on estime à 6 500 tonnes la quantité déversée en mer, le reste de la cargaison (environ 10 000 tonnes) demeurant piégée dans l'épave par 87 mètres de fond.

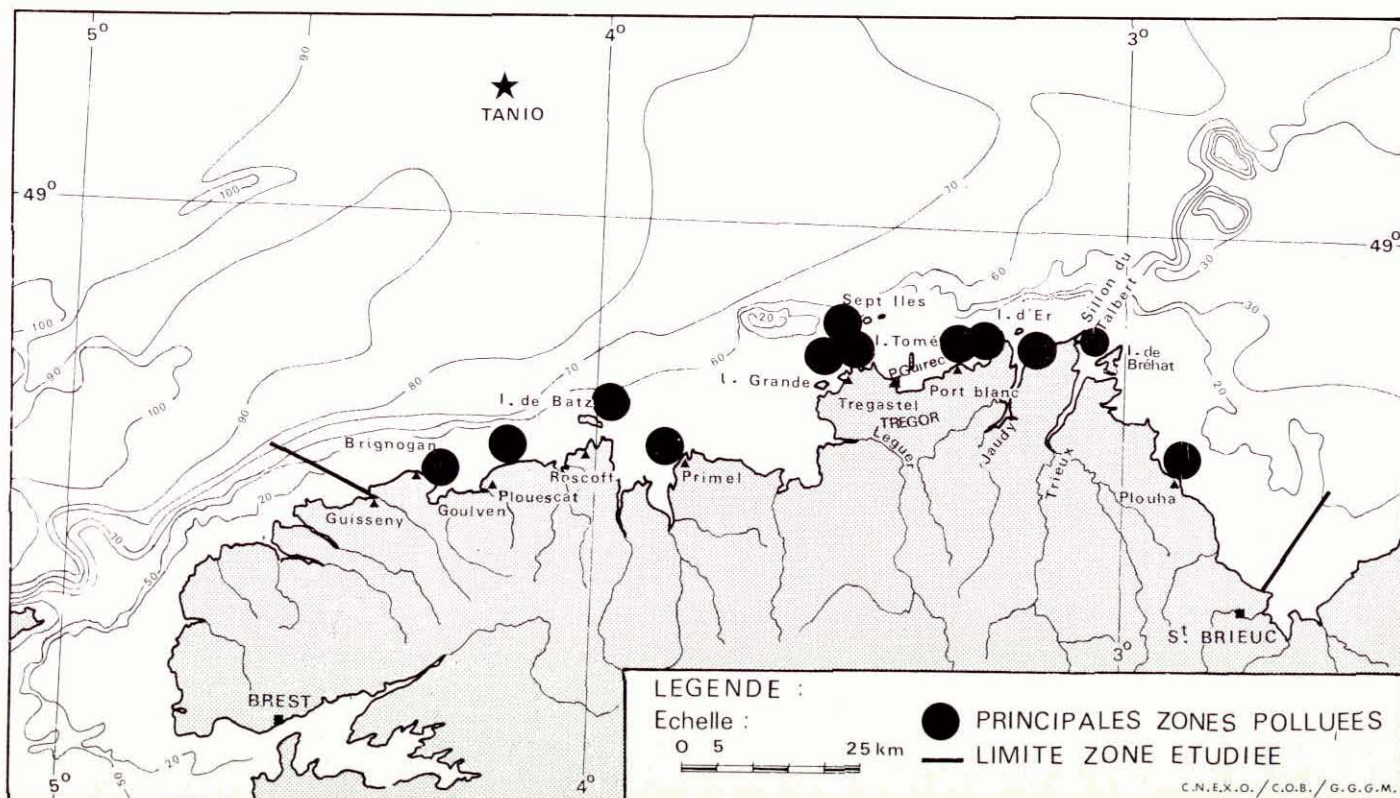
Seule une très faible quantité de fuel a été dispersée dans l'eau ou déposée sur les fonds marins et la quasi totalité de la quantité déversée est arrivée à la côte. 195 km de littoral ont été touchés à des degrés divers, 65 km dans le Finistère, 130 dans les Côtes-du-Nord.

A la lumière de l'expérience acquise à la suite de l'accident de l'«AMOCO CADIZ», plusieurs types de travaux ont été engagés immédiatement. Les premiers résultats concernent :

#### *l'extension de la pollution :*

Trois reconnaissances aériennes effectuées en collaboration avec le CEDRE ont permis :

- de dresser une cartographie assez précise de la pollution à la côte,
- d'établir un dossier photographique qui sera le seul document exhaustif,
- de guider l'établissement des stations de terrains;



**Pollution du Tanio : situation de la zone étudiée.**



une première évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu :

La contamination de l'eau a été beaucoup moins importante que lors de l'accident de l'« AMOCO CADIZ » (teneur en hydrocarbures un mois après l'accident équivalente à celle trouvée trois mois après celui de l'« AMOCO CADIZ »). En revanche, la dégradation du produit piégé dans les sédiments est plus lente. Le plancton n'a pas subi de mortalité immédiate, mais un retard sensible dans la production pélagique a été enregistré. Dans la zone intertidale, la macrofaune benthique a été peu touchée. Le benthos subtidal n'a apparemment subi aucun dommage. Les oiseaux marins au contraire ont subi une forte mortalité de l'ordre du

double de celle constatée après l'accident de l'« AMOCO CADIZ ».

### Suivi écologique de la pollution due à l'accident du pétrolier «GINO»

Le CNEXO avait également été chargé en 1979 par Le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, d'organiser un programme de suivi de l'impact écologique des pollutions par les hydrocarbures provenant de l'accident du pétrolier libérien «GINO». Cet accident était survenu en avril au large de l'île de Sein. Le contenu

## 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> ANNÉE D'ÉTUDE DE SUIVI ÉCOLOGIQUE DE LA POLLUTION, DUE A L'ACCIDENT DE L'« AMOCO CADIZ »

Le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie avait chargé le CNEXO, en 1978, de préparer, puis de coordonner au niveau national un programme triennal de «suivi écologique» pour évaluer l'impact de la pollution par les hydrocarbures sur l'environnement marin. L'UBO, l'IFP, l'Université de Paris VI et le CNRS (Station Biologique de Roscoff), divers laboratoires de recherche parisiens et de province ont participé à la réalisation de ce programme. En outre, un accord signé dans le cadre de la coopération océanologique franco-

américaine, entre la NOAA et le CNEXO, avait permis la création d'une commission scientifique mixte franco-américaine qui a eu pour mission de définir, en complément au programme national d'études, un programme particulier financé par les États-Unis faisant intervenir des équipes françaises et américaines travaillant en collaboration. Le comité scientifique directeur s'est réuni à la mi-1980 pour faire le bilan de la 2<sup>e</sup> année d'étude\* de l'« AMOCO CADIZ » et arrêter le programme de la 3<sup>e</sup> année. Les études en cours sont les suivantes :

| Organisme                                                   | Thèmes d'étude                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Institut d'Études Marines (IEM)/UBO - Brest                 | Piégeage des hydrocarbures dans le sédiment de l'Aber Benoit<br>Étude extensive sur le littoral des fonds rocheux et sur les plages<br>Études intensives |
| Univers de Paris VI et CNRS (Station Biologique de Roscoff) | Impact écologique dans la région de Roscoff et de la baie de Morlaix                                                                                     |
| MNHN - Paris                                                | Suivi écologique en rivière de Morlaix<br>Étude du microphytobenthos en rivière de Morlaix                                                               |
| UBO/UER de Médecine - Brest                                 | Effets de la pollution sur l'ostréiculture                                                                                                               |
| ISTPM - Nantes                                              | Décontamination des huîtres                                                                                                                              |
| Institut Européen d'Écologie                                | Impact sur les prés salés                                                                                                                                |
| CNEXO/COB - Brest                                           | Suivi de la pollution des sédiments dans l'Aber Wrach<br>Poissons plats                                                                                  |
| Université de Paris VI                                      | Recolonisation des ceintures lichéniques                                                                                                                 |

\* Les résultats de la première année d'étude ont fait l'objet en 1979 d'un colloque international et d'une publication du CNEXO.



de cette épave représente 40 000 tonnes de pétrole dit « carbon black oil » constitué d'un ensemble d'hydrocarbures à forte teneur d'aromatique et destinés à la fabrication du « noir de carbone ».

Le programme de suivi a été établi en liaison avec l'IFP et l'ISTPM. En 1980, un premier constat des conséquences de cette pollution a été dressé grâce aux éléments recueillis lors de trois campagnes effectuées : une campagne de l'ISTPM à bord du N/O « PELAGIA » (4-18 mars), deux campagnes du CNEXO, GITANIO à bord du N/O « CRYOS » (3-6 avril) et ECOGINO à bord du N/O « LE NOROIT » (24-26 juillet).

Le suivi de la nappe a été assuré par la Marine Nationale. L'observation de l'état de pollution autour de l'épave fait apparaître :

- une diminution en cours de la superficie des nappes de « carbon black oil » répandu sur le fond à proximité de l'épave,
- un morcellement en nappes de taille de plus en plus petite jusqu'à la formation de petites billes,
- un phénomène de transfert de la pollution jusqu'à des distances d'au moins 15 milles, révélé par la contamination des coquilles Saint-Jacques de la zone.

Les premiers résultats des études expérimentales montrent que le produit contenu par le pétrolier « GINO » est capable de se dégrader en favorisant sa mise en émulsion. On peut donc raisonnablement prévoir que les nappes continueront à se morceler jusqu'à disparition complète, en alimentant une mise en émulsion dans l'eau de ce produit ainsi dispersé par les courants.

## ÉTUDES INTÉGRÉES DE ZONES PARTICULIÈRES

### Une action nouvelle en 1980 : l'étude intégrée du littoral Nord-Pas-de-Calais

A la demande des autorités de la région Nord-Pas-de-Calais et du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, une étude intégrée du littoral Nord-Pas-de-Calais a été entreprise en 1980 justifiée par l'existence dans cette région littorale d'importantes concentrations industrielles et urbaines et d'une activité intense en matière de pêche et de conchyliculture. La concertation entre scientifiques et autorités locales a permis de définir en 1979-1980 les axes d'un programme plurianuel de recherche :

- étude de l'état de pollution de la région (1980-1981), étude de l'origine et de l'évolution des éléments et micro-organismes qui, rencontrés ou rejetés en quantité importante dans ce milieu représentent une pollution potentielle (1981-1982),
- effets des rejets et de la pollution sur les organismes marins et sur l'homme (1982-1983), bilan et tentative de prévision et de gestion (1984).

## LE RÉSEAU NATIONAL D'OBSERVATION DE LA QUALITÉ DU MILIEU MARIN EN 1980

Le CNEXO gère depuis 1974, pour le compte du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) sur les côtes métropolitaines.

Après les phases de mise en place et de développement (juin 1974-décembre 1977), les programmes annuels de surveillance ont été réaménagés en 1978 et 1979 en fonction des résultats pour préparer l'établissement d'un « Réseau permanent », dont le fonctionnement est prévu de 1981 à 1985.

L'exercice 1980 a constitué la phase ultime pour l'harmonisation des programmes et des méthodes, et l'année 1981 sera la première année de fonctionnement du réseau permanent. Un important travail de synthèse a été engagé pour dresser le bilan des cinq premières années de fonctionnement. Les premiers résultats indiquent que le niveau des teneurs en polluants toxiques est maintenant bien cerné et qu'il reste stable sur tous les sites. En revanche, les caractéristiques hydrobiologiques du milieu marin côtier sont fortement tributaires des conditions climatiques. Sur l'ensemble des sites surveillés, il est possible de mettre en évidence une perturbation grave du milieu qui a été provoquée par la sécheresse de 1976 suivie d'une importante pluviosité en 1977-1978, mais aussi le retour quasi général à un état normal dès 1979. Par ailleurs, le rôle moteur du Réseau en matière d'intercalibration des méthodes d'analyses en milieu marin s'est poursuivi (campagne d'intercalibration de mesures de sels nutritifs, d'oxygène dissous et d'organochlorés; campagne d'intercalibration de mesures de mercure dans l'eau).

En 1980, une campagne océanographique HYDROBIOS a été effectuée afin d'établir le premier constat de la pollution dans la région, pour l'étude des paramètres suivants : métaux lourds, hydrocarbures, pesticides, germes pathogènes, sels nutritifs en plus des paramètres classiques hydrobiologiques.

Cette campagne a été réalisée par une équipe composée de scientifiques du CNEXO, de l'Institut Pasteur de Lille, du Laboratoire de Biologie Médicale de Dunkerque, de l'Université de Lille I (Institut de Biologie Maritime et Régionale de Wimereux).

L'interprétation des résultats n'est pas terminée, mais certaines conclusions préliminaires peuvent être dégagées.

La qualité microbiologique des eaux littorales, nettement soumises aux influences terrestres, traduit une pollution fécale importante dans les secteurs urbanisés



## LISTE DES SIGLES

|                  |                                                                                                       |                |                                                                                          |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ACB</b>       | Ateliers et Chantiers de Bretagne.                                                                    | <b>CIESM</b>   | Conseil International pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée.            |
| <b>AFERNOD</b>   | Association Française pour l'Étude et la Recherche des Nodules.                                       | <b>CNES</b>    | Centre National d'Études Spatiales.                                                      |
| <b>ANVAR</b>     | Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche.                                                | <b>CNRS</b>    | Centre National de la Recherche Scientifique.                                            |
| <b>ARAE</b>      | Association de Recherche sur l'Action des Éléments.                                                   | <b>COB</b>     | Centre Océanologique de Bretagne.                                                        |
| <b>ARBEM</b>     | Association de Recherche sur le Béton en Mer.                                                         | <b>COI</b>     | Commission Océanographique Intergouvernementale.                                         |
| <b>ASP</b>       | Action de Soutien Programmée.                                                                         | <b>COMEX</b>   | Compagnie Maritime d'Expertise.                                                          |
| <b>ATP</b>       | Action Thématique Programmée.                                                                         | <b>COP</b>     | Centre Océanologique du Pacifique.                                                       |
| <b>BNDO</b>      | Bureau National de Données Océaniques.                                                                | <b>CRM</b>     | Comité des Recherches Maritimes.                                                         |
| <b>BOM</b>       | Base Océanologique de Méditerranée.                                                                   | <b>CTICM</b>   | Centre Technique Industriel de la Construction Métallique.                               |
| <b>BRGM</b>      | Bureau de Recherches Géologiques et Minières.                                                         | <b>DATAR</b>   | Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale.                        |
| <b>CDHR</b>      | Comité Directeur de la Recherche Halieutique.                                                         | <b>DEVA</b>    | Station de Démonstration, d'Expérimentation et de Valorisation de l'Aquaculture.         |
| <b>CEA</b>       | Commissariat à l'Énergie Atomique.                                                                    | <b>DGRST</b>   | Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.                            |
| <b>CEBTP</b>     | Centre Expérimental de Recherche et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics.                      | <b>EDF</b>     | Électricité de France.                                                                   |
| <b>CEDRE</b>     | Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux. | <b>EERM</b>    | Établissement d'Étude et de Recherche en Météorologie.                                   |
| <b>CEE</b>       | Communauté Économique Européenne.                                                                     | <b>ENSM</b>    | École Nationale Supérieure de Mécanique de Nantes.                                       |
| <b>CEMAGREF</b>  | Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts.                       | <b>EPHE</b>    | École Pratique des Hautes Études.                                                        |
| <b>CFP</b>       | Compagnie Française des Pétroles.                                                                     | <b>EPSHOM</b>  | Établissement Principal du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.       |
| <b>CG. DORIS</b> | Compagnie Générale pour les Développements Opérationnels des Richesses Sous-Marines.                  | <b>ETM</b>     | Énergie Thermique des Mers.                                                              |
| <b>CGM</b>       | Compagnie Générale Maritime.                                                                          | <b>FAMOUS</b>  | French-American Mid-Oceanic Undersea Survey.                                             |
| <b>CICTA</b>     | Commission Internationale pour la Conservation du Thon Atlantique.                                    | <b>GARP</b>    | Global Atmospheric Research Program.                                                     |
| <b>CIEM</b>      | Conseil International pour l'Exploration de la Mer.                                                   | <b>GECENAT</b> | Groupement pour la Construction et l'Exploitation des Navires de Transports de Matériel. |



|                 |                                                                         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>GENAVIR</b>  | Groupe d'intérêt Économique pour la Gestion des Navires Océanologiques. |
| <b>GERMINAL</b> | Groupe d'Étude et de Recherche de Minéralisations Au Large.             |
| <b>GIS</b>      | Groupe d'Intérêt Scientifique.                                          |
| <b>GRGS</b>     | Groupe de Recherche en Géodésie Spatiale.                               |
| <b>GSG</b>      | Groupe de Support Général.                                              |
| <b>IATTC</b>    | Commission Inter-Américaine du Thon Tropical.                           |
| <b>ICSU</b>     | Conseil International des Unions Scientifiques.                         |
| <b>IEM</b>      | Institut d'Études Marines.                                              |
| <b>IFP</b>      | Institut Français du Pétrole.                                           |
| <b>IGBA</b>     | Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine.                             |
| <b>IMG</b>      | Institut de Mécanique de Grenoble.                                      |
| <b>IMS</b>      | International Marine Structure.                                         |
| <b>IMST</b>     | Institut de Mécanique Statistique de la Turbulence.                     |
| <b>INRA</b>     | Institut National de la Recherche Agronomique.                          |
| <b>INSA</b>     | Institut National des Sciences Appliquées.                              |
| <b>IPOD</b>     | International Program of Ocean Drilling.                                |
| <b>IRCHA</b>    | Institut national de Recherche Chimique Appliquée.                      |
| <b>IRSID</b>    | Institut de Recherche de Sidérurgie française.                          |
| <b>ISTPM</b>    | Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes.                |
| <b>MARSEN</b>   | Marine Remote Sensing Experiment in the North Sea.                      |
| <b>MNHN</b>     | Muséum National d'Histoire Naturelle.                                   |
| <b>OMM</b>      | Organisation Météorologique Mondiale.                                   |
| <b>ORSTOM</b>   | Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.             |
| <b>OTP</b>      | Omnium Technique des Transports par Pipelines.                          |

|                 |                                                                          |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>PEMG</b>     | Première Expérience Mondiale du GARP.                                    |
| <b>PIRO</b>     | Programme Interdisciplinaire de Recherche Océanologique.                 |
| <b>PLA</b>      | Préleveur Libre Autonome.                                                |
| <b>RNO</b>      | Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin.             |
| <b>SATMAR</b>   | Société Atlantique de Mariculture.                                       |
| <b>SAUM</b>     | Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer.                            |
| <b>SBR</b>      | Station Biologique de Roscoff.                                           |
| <b>SDR</b>      | Société de Développement de la Région Bretagne.                          |
| <b>SECADU</b>   | Secrétariat pour l'Étude du Littoral Calais-Dunkerque.                   |
| <b>SEQUAL</b>   | Seasonal Equatorial Atlantic Experiment.                                 |
| <b>SIMSIM</b>   | Système d'Interprétation de Mesures sur Structures Instrumentées en Mer. |
| <b>SNDT</b>     | Société Nationale des Travaux de Dragage.                                |
| <b>SNEA/P</b>   | Société Nationale ELF-Aquitaine/Production.                              |
| <b>SNHP</b>     | Syndrome Nerveux des Hautes Pressions.                                   |
| <b>SODAB</b>    | Société pour le Développement de l'Aquaculture en Bretagne.              |
| <b>SPMPI</b>    | Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles.   |
| <b>STEP</b>     | Service Technique des Équipements Profonds.                              |
| <b>SURF</b>     | Compagnie des Moyens de Surface adaptés à l'Exploitation des Océans.     |
| <b>TDI</b>      | Département « Technologie et Développement Industriel ».                 |
| <b>UBO</b>      | Université de Bretagne Occidentale.                                      |
| <b>UIE</b>      | Union Industrielle d'Entreprise.                                         |
| <b>URDA/Sud</b> | Unité Régionale pour le Développement de l'Aquaculture.                  |
| <b>USTL</b>     | Université des Sciences et Techniques du Languedoc.                      |



de Boulogne-Wimereux et Calais-Dunkerque-frontière belge. Face aux estuaires pourtant soumis à des apports terrestres importants, la pollution fécale reste en revanche faible.

Parmi les pesticides, seul le lindane est détecté en tous les points avec des concentrations significatives devant et au Nord de Dunkerque, au large de Calais et de l'Aa, devant la Conche.

Les hydrocarbures sont peu abondants, sauf vers la frontière belge, et face à la Somme.

La pollution par les métaux est faible dans le secteur situé au Sud de Boulogne, mais significative au large de Boulogne.

Ailleurs, il convient de noter une richesse générale des sédiments en fer, sans qu'il s'agisse forcément d'une pollution. Au Nord du Cap Gris-Nez, le littoral de la Mer du Nord présente une répartition plus complexe des polluants avec des anomalies en zinc et surtout en plomb.

L'état de pollution ainsi dressé de la région Nord-Pas-de-Calais sera complétée en 1981 par des mesures dans la bande plus côtière.

### Étude intégrée de la baie de Seine

Le CNEXO a élaboré en 1978, avec la participation financière de la DGRST, un programme pluridisciplinaire d'étude de l'écosystème marin côtier de la baie de Seine. Les objectifs généraux de ce programme d'une durée de cinq ans sont :

- la description, la compréhension et le suivi dans le temps des processus physiques, chimiques et biologiques agissant dans la baie, leurs mécanismes d'interactions,
- l'analyse de l'impact immédiat et à terme des facteurs humains sur les processus naturels en particulier sur la qualité du milieu et de l'environnement biologique.

Outre le COB, divers organismes ont pris une certaine part à ces études (CEA, UBO, MNHN, National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) américaine).

En 1978 et 1979, trois campagnes d'hydrobiologie et une campagne de courantométrie ont été réalisées. Pendant l'année 1980, le dépouillement de l'ensemble des résultats a été poursuivi et les résultats de la première campagne de 1978 ont fait l'objet d'une publication du COB. Parmi les actions nouvelles entreprises de 1980, il faut noter :

- une étude sédimentologique de la partie orientale de la baie qui est la plus influencée par les apports de la Seine, effectuée par l'Université de Caen,
- une étude du comportement géochimique des radionucléides artificiels rejetés par l'usine de la Hague qui

doit permettre de déterminer le devenir à long terme de certains inomes d'eau en utilisant les radionucléides artificiels comme traceurs.

### Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer (SAUM) de l'estuaire de la Seine

L'étude du SAUM de l'estuaire de la Seine, sous la maîtrise d'ouvrage de la Mission d'Étude de la Basse Seine, a été achevée en 1980. Le CNEXO était chargé de la coordination scientifique des travaux concernant l'environnement marin. Il a par ailleurs réalisé lui-même les études sur la pêche, les sels nutritifs et a établi un modèle d'oxygène dissous de l'estuaire. Un rapport présentant l'ensemble des résultats a été établi en fin d'année et remis aux préfets de région qui ont, d'ores et déjà pris les premières mesures de sauvegarde conformes aux recommandations du rapport concernant le comblement des zones humides et les travaux d'aménagement réalisés dans l'estuaire afin d'éviter d'accentuer la migration du bouchon vaseux vers l'aval.

### Campagne à la mer : station hydrologique et courantométrique.





## Étude de sites de centrales nucléaires et du site marémoteur des îles Chausey

Le plan d'équipement d'Électricité de France prévoyant l'installation de plusieurs centrales nucléaires sur le littoral, le CNEXO, dans le cadre d'une convention CNEXO/EDF, participe depuis plusieurs années à la préparation des dossiers préalables d'études des effets en milieu marin destinés aux pouvoirs publics. Le schéma général des études comprend deux volets :

- des études écologiques sur les sites préalables à l'implantation de centrales nucléaires sur le littoral, selon un schéma en trois étapes :

- avant-projet : étude écologie descriptive permettant la prise en compte des critères biologiques pour le choix des sites,
- projet : état de référence écologique défini par une étude lourde comportant deux cycles annuels,
- surveillance : définition des fluctuations pluriannuelles du milieu;

- des études expérimentales :

- effets de transit sur les œufs et larves planctoniques, incidences sur les populations adultes.

Le programme de l'année 1980 comportait :

- la poursuite de programmes engagés les années précédentes : « état de référence » des sites de Plogoff et Penly, « surveillance » des sites de Gravelines, Paluel et Le Blayais,
- la mise en place de programmes nouveaux : « avant-projet » de l'usine marémotrice des Chausey; étude de la croissance par des moules au voisinage des sites retenus EDF.

Ces études ont été réalisées par l'équipe « Écologie » du COB avec la collaboration des laboratoires régionaux de la Manche et de l'Atlantique : Université de Paris VI et CNRS (Station Biologique de Roscoff), Université de Lille I (Institut de Biologie Maritime et Régionale de Wimereux), MNHN (Laboratoire Maritime de Dinard), Université de Bordeaux I (Institut de Biologie Marine d'Arcachon, Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine), Institut Pasteur de Lille.

### État de référence du site de Plogoff

Le site de Plogoff présente des particularités à la fois benthiques et pélagiques qui ont conduit à bâtir un programme notablement différent des précédentes études d'état de références engagées par le CNEXO.

Au plan benthique, Plogoff est un site de fonds rocheux à macrophytes dominantes et faune sessile. Un plan d'échantillonnage original a été mis en œuvre au moyen de la télévision et de la photographie sous-marine, allié à des prélèvements en scaphandre autonome.

Au plan pélagique, la particularité la plus notable du site est la présence d'un front thermique en période

estivale (front d'Ouessant) qui sépare des eaux stratifiés et chaudes en surface de la baie d'Audierne, des eaux homogènes et froides du Raz de Sein. Le site EDF apparaît comme une zone de transition entre ces deux milieux. Le programme pélagique est orienté vers la connaissance de la production primaire et secondaire, en relation avec cette structure hydrobiologique complexe. En raison des événements provoqués par la demande de déclaration d'utilité publique, l'étude du benthos de Plogoff a pris un certain retard en 1980. Néanmoins, deux campagnes du N/O « THALIA » consacrées à la cartographie des fonds durs par plongée et photographie sous-marine ont été réalisées en mai et juin. Les premiers résultats montrent que les variations saisonnières et annuelles du benthos sont beaucoup plus fortes que sur les sites EDF de la Manche. La non reproductivité des événements majeurs du cycle annuel constitue une difficulté supplémentaire dans la définition de l'« état de référence » de Plogoff. Un rapport de synthèse sur le premier cycle-annuel de Plogoff a été remis à EDF en décembre 1980.

### État de référence du site de Penly

La première année de l'état de référence écologique du site de Penly a fait l'objet d'un rapport de synthèse remis à EDF en octobre 1980. Les points marquants sont les suivants :

- hydrobiologie : cycle annuel classique avec une structure spatiale « côte-large » quasi permanente. La côte est caractérisée par une forte teneur en matériel en suspension,
- phytoplancton : la répartition spatiale des cellules phytoplanctoniques reflète la structure hydrologique. Une poussée de *Phacocystis* est signalée en juin,
- zooplancton : composition qualitative et quantitative proche de celle de Paluel avec deux pics d'abondance en mai et fin août. Des variations spatiales d'abondance apparaissent en relation avec le gradient « côte-large » et une étude fine de dynamique de population a été réalisée sur trois espèces de copépodes. Des expériences de captage de larves sur collecteurs permettent de définir les périodes de recrutement d'un certain nombre d'organismes benthiques,
- benthos : la couverture algale, peu fournie et d'une grande simplicité structurale, a été étudiée globalement par la méthode des photographies aériennes infrarouges complétée par des prélèvements sur le terrain. Les peuplements à *Ulves* et *Fucus* constituent l'essentiel de la flore de Penly.

### Étude du site des îles Chausey

L'EDF a lancé en 1980 de nouvelles études sur le projet d'énergie marémotrice dans le golfe normano-breton et a confié au CNEXO la réalisation d'une étude d'« avant-projet ». Cette étude doit dégager les contraintes d'ordre écologique intervenant dans la définition des



ouvrages et les conditions d'exploitation d'une éventuelle usine marémotrice à l'intérieur d'une ligne Saint-Malo-Chausey-Coutainville. Les travaux sur le terrain ont débuté en avril 1980. Les premiers résultats mettent en évidence :

- l'existence d'un fort gradient hydrobiologique depuis le fond du golfe vers le large commandé essentiellement par la turbidité et la salinité (structure comparable à celle d'un système estuarien),
- la présence d'une auréole d'enrichissement en chlorophylle située à la sortie de la baie du Mont-Saint-Michel, en relation avec la baisse de la turbidité,
- les limites précises et les caractéristiques nourricières de la branche Sud du gisement de maërl des Chausey,
- la situation des gisements exploités de praires concernés par la zone d'étude.

En complément de ces travaux, le CNEXO a organisé une campagne en août 1980 à bord du N/O « LE NOROIT » afin de compléter les données par une investigation plus complète de la zone.

### 3. TECHNOLOGIES DE LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS MARINES

Les actions entreprises pour la mise au point des méthodes et technologies de lutte contre la pollution

marine sont harmonisée avec le programme du CEDRE. L'ensemble des travaux est axé sur la pollution par hydrocarbures. Les faits caractéristiques de l'année 1980 ont été les suivants :

#### Les essais d'une nouvelle génération de récupérateur d'hydrocarbures EGMOLAP

Conçu en 1975 par la société EGMO à Brest, le récupérateur d'hydrocarbures EGMOLAP a fait la preuve de son efficacité lors des différentes marées noires qui ont atteint l'Europe occidentale. En 1979, un contrat passé par le CNEXO et le CEDRE avec la société EGMO a permis le développement d'une version améliorée de l'EGMOLAP conçu au COB.

Une maquette de cet appareil a été essayée avec succès dans l'un des bassins d'essais du COB, avec polluant réel, et simulation de houle. Ces essais permettent d'envisager désormais l'utilisation de ce nouvel EGMOLAP en pleine mer, à bord d'un bateau récupérateur et d'espérer obtenir des performances très intéressantes (l'ordre de grandeur des résultats attendus étant de plusieurs dizaines de tonnes de produits même très visqueux récupérés par heure, à 2 nœuds, par mer force 3 à 4).

Ce nouvel appareil est, par ailleurs, tout-à-fait adapté à l'utilisation conjointe du chalut concentrateur « DYNA-

#### AUTRES PRESTATIONS DE SERVICE DU DÉPARTEMENT « ENVIRONNEMENT LITTORAL » DU COB

##### En France

- Étude sur les flux des polluants admissibles dans un milieu côtier pour le compte du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie,
- Étude du schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer (SAUM) de l'estuaire de la Seine (étude sur la pêche, sur l'hydrobiologie, élaboration d'un programme) pour le compte de l'Agence de Bassin de Basse-Normandie,
- Inventaire des sites favorables au développement de l'aquaculture (Finistère, Ille et Vilaine, Morbihan) pour le compte de la Région,
- Recherche sur les toxiques en baie de Somme pour le compte de l'Agence de Bassin Artois-Picardie,
- Travaux préliminaires à l'extension du Port de Saint-Quay Portrieux (baie de Saint-Brieuc) pour le compte de la Direction Départementale de l'Équipement des Côtes-du-Nord,
- Étude de la qualité des eaux des bassins du Port Autonome du Havre, pour le compte du Port Autonome du Havre,

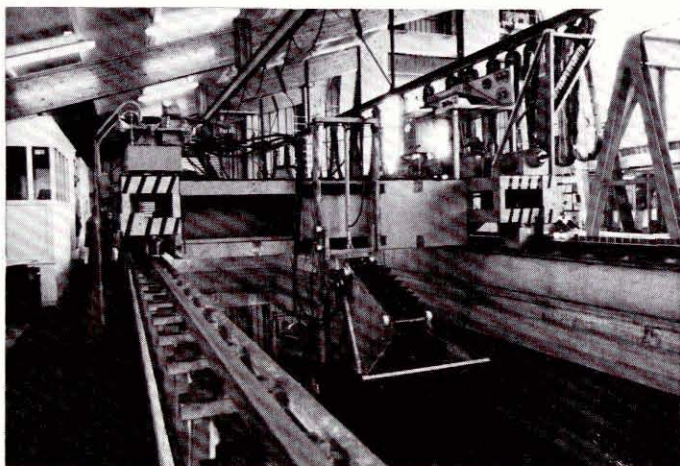
- Extension du Port de Ouistreham, pour le compte de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Caen,
- Étude sur l'estimation du patrimoine nature pour le compte du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie,
- Extension du Port de Legué pour la Direction Départementale de l'Équipement des Côtes-du-Nord,
- Synthèse bibliographique sur les zones humides pour le compte de la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale,
- Étude du fluor en baie de Seine,
- Conséquences des dragages dans le Port de Lorient.

##### A l'étranger

- Études du devenir et des effets des pollutions en milieu côtier pour le compte de la Commission des Communautés Européennes,
- Étude préalable à l'implantation d'une centrale thermique sur le site de Radès en Tunisie pour le compte de la Compagnie d'Électricité tunisienne.



POL», également conçu par la société EGMO et développé avec le concours financier du CNEXO. Ce chalut flottant extrêmement rustique rassemble les hydrocarbures flottants sur une largeur balayée de 20 mètres et les amène devant l'EGMOLAP. Ce système devrait s'avérer efficace sur une gamme de produits de consistance et de viscosité très variables et résoudre ainsi le problème posé et non résolu de manière satisfaisante de la collecte des hydrocarbures fixés sur des produits absorbants.



**Essai de récupérateur d'hydrocarbures dans le canal hydrodynamique du Centre Océanologique de Bretagne.**

### **L'étude de divers systèmes de ramassage en haute mer**

Trois propositions de systèmes sont à l'examen :

- l'utilisation d'un ventilateur transverse (Université de Lille I (Institut de Mécanique des Fluides)). Ce projet est

actuellement au stade de l'étude préliminaire en laboratoire,

- l'utilisation d'un procédé d'écumage à grande vitesse, le système NEYRTEC. L'étude est actuellement au stade de la maquette en canal de laboratoire,

- le système SYDEM de France-Dunkerque. La première phase du projet porte sur la partie calcul et définition de la maquette utilisable en canal d'essais.

**La mise au point de systèmes d'ancrages** destinés à des barrages anti-pollutions dans les zones à fortes variations de niveaux, c'est-à-dire à fortes marées,

**L'application des processus de biodégradation aux pollutions accidentelles**, afin notamment d'utiliser avec efficacité les procédés biologiques de lutte,

**La mise au point des méthodologies d'interprétation des données de télédétection**, en coopération avec le Laboratoire National d'Essais.

Une action en matière d'intervention sur épaves a en outre été décidée en 1980 en accord avec la Marine Nationale et le CEDRE. Elle se propose trois objectifs :

- acquérir au CNEXO, aussitôt que possible, une capacité d'expertise concernant l'évaluation, et la récupération des épaves, notamment de celles qui sont susceptibles de présenter un danger pour l'environnement. Cette capacité d'expertise sera mise à la disposition des autorités chargées de la lutte en cas d'accident, c'est-à-dire de la Marine Nationale;

- promouvoir les améliorations des technologies nécessaires à l'évaluation, la neutralisation et la récupération dans les cas d'accidents les plus probables requérant une intervention rapide;

- s'assurer d'une capacité de réponse des entreprises, dans des délais suffisants en cas d'accident, au niveau des moyens et des possibilités d'organisation.

## **ACTIVITÉS DU CEDRE EN 1980**

Le Centre de Documentation de Recherche et d'Expérimentation sur les Pollutions Accidentelles des Eaux (CEDRE) a été créé le 3 février 1979 sous la tutelle du Ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie.

Il comprend une vingtaine d'ingénieurs et de techniciens dont les 2/3 sont mis à sa disposition par le CNEXO, l'IFP, et le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Le Ministère de la Défense (Marine Nationale) et celui des Transports (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes) apportent leur concours.

Ses missions principales sont de :

- tester par des essais à la mer les équipements et les produits de lutte,
- harmoniser et faire progresser les recherches relatives aux méthodes et aux techniques de lutte,
- conseiller et assister au plan technique les autorités

chargées de lutte contre les pollutions accidentelles des eaux dans le cadre du plan POLMAR.

- former et informer en matière de lutte contre les pollutions accidentelles.

### **Activités de recherche et d'expérimentation en 1980**

L'accident en mer du « TANIO », brisé dans la tempête le 7 mars 1980, puis la rupture à terre du pipe-line Sud européen à proximité de Cavaillon, ont donné l'occasion de tester l'amélioration globale du dispositif de lutte : organisation des plans POLMAR départementaux, préparation des équipes, qualité des matériels et des produits, et par conséquent d'identifier les progrès et de réorienter l'effort de recherche.

Progrès techniques

- En matière de déchets collectés sur les plages, les



procédés de stockage et de traitement sont suffisamment au point pour permettre un contrôle des coûts et une optimisation des chaînes de transport. Chaque département a établi en particulier une liste des zones de stockage provisoire à proximité des côtes suivant les indications techniques du CEDRE et du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.

- Les essais sur les matériels nouveaux de ramassage des hydrocarbures sur les plages ont été très prometteurs. Les études se poursuivent pour développer des prototypes adaptables sur tracteurs agricoles ou tractopelles.

- Les méthodes de restauration des sites par « brassage immergé » sont désormais contrôlées.

- Le cahier des charges des barrages défini par le Service Technique des Phares et Balises avec le concours de divers organismes techniques, dont le CEDRE, a permis de sélectionner quatre nouveaux modèles, dont trois ont déjà donné lieu à des séries d'essai.

- L'amélioration des récupérateurs EGMO s'est poursuivie en collaboration avec le CNEXO; le récupérateur SIRENE a, par ailleurs, été essayé en mer avec le concours de la Marine Nationale.

- Les travaux sur les dispersants ont été caractérisés par deux essais importants (CUERS en mai et PROTECMAR II en septembre) d'épandage par navire ou aéronefs et le développement d'un système de brassage de surface et de bouées de marquage.

#### Nouvelles orientations

Les travaux du Conseil d'Administration du CEDRE ont conduit à renforcer l'effort de recherche entrepris pour :

- développer ces systèmes de récupération d'hydrocarbures en haute mer,

- améliorer les techniques de lutte à terre. A cette fin, la création d'une plateforme d'essais des matériels sur la zone industrielle portuaire de Brest, avec le concours de la Région de Bretagne, des Ministères des Transports et de l'Environnement et du Cadre de Vie, est envisagée.

#### Activités d'information et de documentation

Le CEDRE a engagé en 1980 des études avec le BNDO pour développer un modèle de gestion de l'inventaire des moyens de lutte disponible à partir du logiciel MISTRAL, afin de pouvoir fournir aux responsables un état à jour en permanence et consultable à distance. Un « Bulletin du CEDRE » trimestriel, distribué assez largement auprès des Conseils Généraux, des maires et des Établissements Publics Régionaux pour informer les élus et les services techniques sur les progrès des techniques a été créé en 1980. Ce bulletin complète les actions de formation entreprises par les administrations (particulièrement le Ministère des Transports) auprès des personnels appelés à intervenir en cas de pollution.

Le CEDRE a, par ailleurs, multiplié, par le biais d'accords de coopération ou d'échange d'information, ou dans le cadre de colloques ou à l'occasion de pollutions accidentelles, les contacts avec l'étranger : États-Unis, Canada, Norvège, pays membres des Accords de Bonn, de la Convention de Barcelone, Grèce, Italie, dans le souci de promouvoir le savoir-faire et l'expertise français.

#### Essais sous la direction du CEDRE d'une machine à forer les coques des épaves.





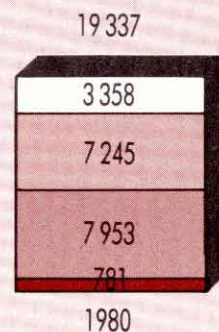
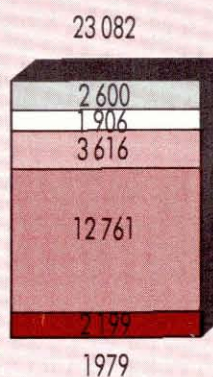
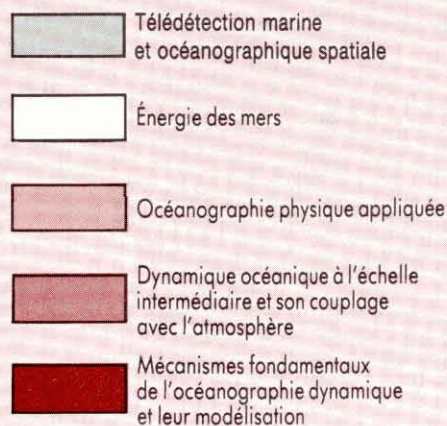




## e - environnement physique et climatique

En 1980, les opérations menées dans le cadre de l'étude de l'environnement physique et climatique ont été axées autour de quatre grands objectifs. Le budget qui leur était alloué se répartissait de la manière suivante :

Budget de programme du thème 5  
par objectif,  
comprenant crédits d'investissement  
et crédits de fonctionnement est le suivant,  
(en milliers de francs)



### 1. OBSERVATION A PETITE ÉCHELLE - ÉTUDES THÉORIQUES ET EN LABORATOIRE

En 1980, avant la mise en place de nouvelles structures universitaires de la recherche fondamentale en océanologie, le CNEXO a regroupé dans cet objectif les études théoriques lui semblant importantes à promouvoir et ne relevant pas des autres objectifs. Les aspects marquants pour l'année 1980 ont concerné :

- la dynamique des fluides géophysiques et la modélisation numérique; un groupe de travail « Modélisation océanique » a été créé, notamment pour l'étude de la circulation générale océanique aux latitudes moyennes; une réflexion théorique en profondeur est portée sur la

notion de turbulence géophysique et de viscosité turbulente dans des configurations océaniques assez proches de la réalité. Enfin, des expériences sur la turbulence en fluides tournants ont été entreprises avec des moyens de laboratoire légers pour développer des modèles et tester des hypothèses d'intérêt immédiat pour les applications océanologiques;

- l'orientation des contrats incitatifs vers des recherches choisies de façon complémentaire et cohérente avec les programmes des laboratoires concernés.

Les principaux laboratoires universitaires soutenus dans le cadre de cet objectif ont été : MNHM (Laboratoire d'Océanographie Physique) et Université de Grenoble I (Institut de Mécanique).



## TRAVAUX DE L'ANTENNE DE LA MÉTÉOROLOGIE NATIONALE

*Les travaux de l'antenne de la Météorologie Nationale installée au COB ont compris en 1980 :*

### La poursuite des travaux antérieurs

*L'antenne de la Météorologie Nationale installée au COB a poursuivi ses travaux dans les domaines suivants :*

- modèles hydrodynamiques numériques,
- analyse des champs de température marine superficielle dans le golfe de Gascogne et le proche océan (calcul des anomalies décennales et mensuelles).

### Le traitement sur les données de diverses bouées

- données des 33 bouées françaises de la Première Expérience Mondiale du GARP (PEMG),
- marisondes dans l'Atlantique Nord en vue de l'étude de la déformation d'un réseau d'observation,
- exploitation de données de bouées dans l'océan Indien et l'océan Pacifique.

### L'étude de l'état de la mer en coopération avec l'UBO, le COB et le Groupe de Recherche en Géologie Spatiale GRGS

*Ce travail a fourni une thèse de docteur ingénieur. Les données du satellite SEASAT (altimétrie et état de la mer) ont été comparées avec les résultats d'exploitation du modèle prévisionnel de la Météorologie Nationale pour l'état de la mer. Le principe de la mesure altimétrique des états de la mer et les algorithmes de calcul de la hauteur significative des vagues ont été considérés. Cet aspect est intéressant du point de vue de l'exploitant météorologique, puisqu'il est possible d'attendre du satellite la validation de modèles qui jusqu'à présent n'avaient jamais pu être confrontés avec une réalité mesurée. La répartition des états de la mer au sein des tempêtes, et les gradients extrêmes de hauteur de vagues, pour des champs de vent donnés, indiquent dès maintenant ce que pourront être les apports des futurs satellites maritimes.*

d'observation mondial en 1979 (PEMG, Première Expérience Mondiale du GARP) dans lequel l'océanologie n'apparaissait que de façon annexe.

Le passage à l'objectif de la *prévision des fluctuations climatiques à l'échelle humaine* renverse les rôles et donne une priorité aux études océanographiques. Celles-ci, pour des raisons d'échelles de temps et d'espace plus contraignantes que dans l'atmosphère, ne peuvent encore se concevoir que de manière régionale tant que l'on ne dispose pas d'un réel moyen d'observation synoptique que la technique spatiale serait peut-être susceptible de fournir.

Les programmes internationaux concernant l'océan et le climat sont en cours de discussion : leur « faisabilité » n'est pas acquise. La nécessité d'étude « pilotes » apparaît néanmoins clairement.

## TRAVAUX DE L'ANTENNE ORSTOM

*Les travaux de l'antenne de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), installée au COB, ont essentiellement compris en 1980 :*

### La poursuite des travaux antérieurs

- étude de synthèse sur la connaissance océanographique du golfe de Guinée,
- la fin en 1980 des opérations de terrain menées dans le cadre du programme CIPREA d'étude des mécanismes des remontées d'eaux profondes froides à l'Équateur et de leurs conséquences sur la production biologique.

### Un rôle prédominant dans l'élaboration du programme focal

*d'observation océanique systématique dans l'Atlantique tropical. Ce programme, préparé en 1980 et avec des travaux à la mer commençant fin 1981, fait intervenir une vingtaine de scientifiques d'unités de recherches universitaires et de l'ORSTOM et une coopération étroite avec le programme américain homologue SEQUAL (Seasonal Equatorial Atlantic Experiment). Le programme comprend les opérations suivantes :*

- observations thermiques de surface à partir de navires marchands,
- observation du niveau moyen de la mer par un réseau de marégraphes,
- observation directe du champ de masse et du champ de courants à l'aide de campagnes océanographiques saisonnières et de mouillages profonds,
- étude théorique et modélisation du système de circulation équatorial atlantique,
- analyse de données historiques.

## 2. OCÉAN ET CLIMAT

Le GARP (Global Atmospheric Research Program), programme international conduit par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Conseil International des Unions Scientifiques (ICSU), s'était penché jusqu'en 1979 sur un premier objectif de *prévision du temps* entraînant déjà la nécessité d'un programme



## LE PROGRAMME NATIONAL FRANÇAIS POUR L'ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DU CLIMAT

Ce programme vise à la représentation de la dynamique du système couplé océan-atmosphère auquel il faut rattacher les glaces polaires à variation saisonnière, en se restreignant, compte tenu du contexte international, à des problèmes précis en fonction des moyens nationaux disponibles et des développements possibles sur une période de trois ans à partir de 1980. Le programme national comprend plusieurs domaines scientifiques en plus de l'océanographie physique.

## LA DYNAMIQUE DES OCÉANS, COMPOSANTE CRITIQUE DU SYSTÈME CLIMATIQUE

L'étendue de la masse océanique et la petitesse des tourbillons énergiquement significatifs font que la compréhension de la dynamique océanique ne peut procéder d'une démarche analogue à celle suivie pour la circulation atmosphérique. Cette étude exige de modéliser la grande échelle en représentant statistiquement la petite échelle et nécessite le recours simultané aux moyens de l'océanographie mathématique et à ceux de

l'océanographie descriptive. Le programme national a retenu comme l'un des sous-programmes océanographiques l'observation océanique systématique dans l'Atlantique tropical, seule région de cet océan dont le bilan thermique soit positif : l'énergie thermique qui y est accumulée constitue la source chaude de la machine thermique couplée océan-atmosphère commandant la circulation atmosphérique dans l'hémisphère Nord.

L'étude des variations annuelles et pluriannuelles de l'énergie échangée avec l'atmosphère et transportée par la circulation océanique équatoriale est prioritaire pour la compréhension du rôle de l'océan sur le climat. Le choix de ce sous-programme a été effectué en fonction de la compétence des équipes universitaires et de celles de l'ORSTOM, dans cette zone géographique à la dimension des moyens français qui peuvent être mis en œuvre, et en fonction de la coopération possible avec les États-Unis.

Le deuxième sous-programme océanographique retenu concerne l'étude de la dynamique des tourbillons océaniques. La modélisation de cette dynamique demande une représentation correcte des phénomènes sur des surfaces minimales de 100 kilomètres pendant des périodes minimales de 10 jours. La mesure des phénomènes à cette échelle, dite intermédiaire, nécessite des campagnes océanographiques classiques mettant en œuvre des moyens importants (courantométrie,





hydrologie), ainsi que des moyens sophistiqués nouveaux tels que des flotteurs en équilibre indifférent dans la masse d'eau suivis par méthode acoustique. L'obtention d'informations dynamiques, et non plus seulement statistiques sur les tourbillons à cette échelle intermédiaire est déterminante pour parvenir à une modélisation.

### LE RÔLE DU CNEXO DANS LE PROGRAMME NATIONAL

Le CNEXO fait partie des six organismes et administrations rassemblés par la DGRST pour mener le programme national. A ce titre :

- il participera par des contrats incitatifs au soutien des équipes engagées dans les deux sous-programmes océanographiques [MNH (Laboratoire d'Océanographie Physique), UBO (Laboratoire d'Océanographie Physique), ORSTOM, UBO/Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Rennes, Université de Grenoble (Institut de Mécanique)];
- il mettra à la disposition de ces équipes les navires et équipements de travail à la mer nécessaires;
- il mettra au point les instruments répondant aux besoins des sous-programmes;
- il participera de façon active au 2<sup>e</sup> sous-programme en conduisant en 1983 la campagne « TOPOGULF » d'étude de la dynamique des tourbillons océaniques dans l'Atlantique Nord, portant notamment sur l'influence de la dorsale médio-atlantique sur le Gulf Stream. La campagne « TOURBILLON » a permis en 1980 de préparer dans ces perspectives les instruments et les méthodes.

### PRÉPARATION DES MOYENS FUTURS : LES SATELLITES OCÉANOGRAPHIQUES

En 1980, le CNEXO a achevé l'action incitative coordonnée « Satellites océanographiques » effectuée en collaboration avec la Direction de la Météorologie Nationale et le Centre National d'Études Spatiales (CNES). Tous les capteurs du satellite expérimental SEASAT, à l'exclusion du radar à ouverture synthétique (étudié par l'IFP), ont été considérés dans la perspective de leur utilisation possible à des fins de mesure océanométéorologique de températures ou de paramètres dynamiques.

Le CNEXO a développé en 1980 une compétence en matière d'altimétrie à partir de satellite et d'évaluation de l'état de la mer, susceptible d'application à court terme.

Un projet de coopération franco-américaine dans le programme NASA de satellite altimétrique TOPEX a été évalué en 1980.

### 3. OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE APPLIQUÉE ET TECHNOLOGIQUE

Les études entreprises en océanographie physique appliquée ont pour objet de valoriser les recherches fondamentales effectuées par ailleurs.

#### ÉTUDE DES COURANTS PROFONDS ET DES PHÉNOMÈNES DE DISPERSION

L'étude des courants profonds et des phénomènes de dispersion constitue un élément fondamental dans la compréhension et l'évolution des polluants de plus en plus nombreux rejetés en mer, qu'ils y soient introduits par contact avec l'atmosphère (gaz carbonique) ou qu'ils soient rejetés directement sur le fond (stockage éventuel de déchets radioactifs). Les phénomènes qui entraînent de tels produits sont la diffusion et l'advection, deux phénomènes étudiés en 1980 :

*la diffusion :*

- une campagne réalisée en collaboration avec le CEA a comporté des mesures d'hydrologie à maillage serré afin de connaître la structure fine de la couche profonde dont dépend la diffusion verticale au voisinage du fond (octobre-novembre 1980),
- une chaîne de thermistance profonde a, par ailleurs été mise au point. Elle permettra des mesures à long terme de la température de l'eau à 10 niveaux tous les 10 mètres à partir du fond, ceci permettant de suivre les fluctuations de la structure fine de la couche voisine du fond;

*l'advection :*

- une radiale de mesures hydrologiques a été effectuée dans le bassin de Demeraby (entre les côtes de Guyane et la zone de fracture Vema dans la dorsale médio-Atlantique). L'analyse des résultats permettra d'évaluer le transport d'eau de fond Antarctique à ce niveau de l'Atlantique Ouest (septembre 1980).

#### ÉTUDE DE LA HOULE ET DE L'ÉTAT DE LA MER

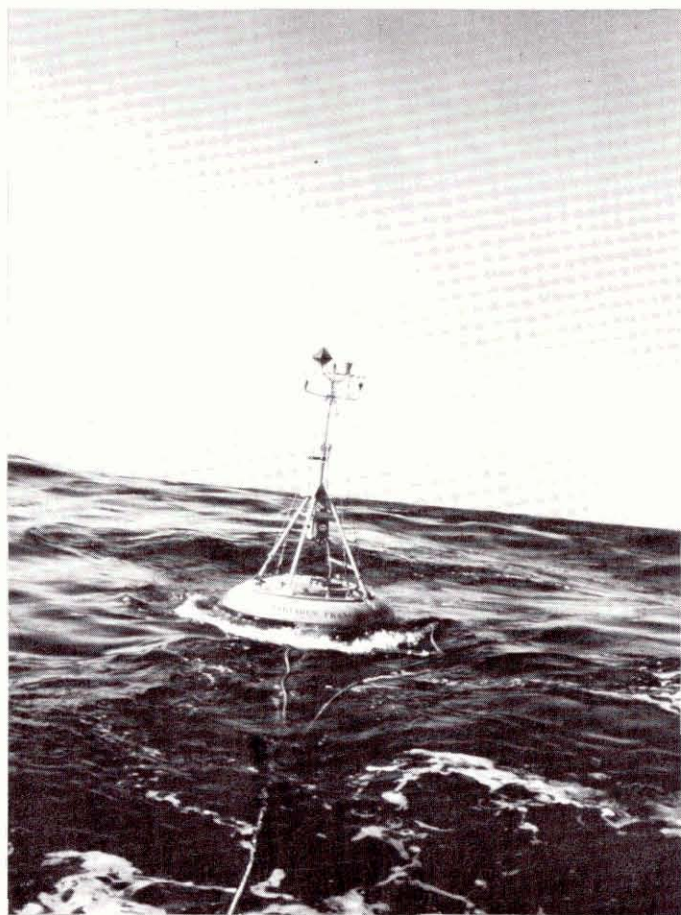
Depuis plusieurs années, ces travaux sont menés en collaboration étroite avec l'Association de Recherche sur l'Action des Éléments (ARAE). L'évaluation des possibilités offertes par radars sur satellites est effectuée en coopération entre le Groupe de Recherche en Géodésie Spatiale (GRGS), l'Établissement d'Étude et de Recherche en Météorologie (EERM) et le CNEXO.

L'analyse des résultats de la campagne internationale MARSEN (Marine Remote Sensing Experiment in the North Sea) a démontré l'intérêt de la mesure de la houle directionnelle à l'aide de bouées instrumentées ancrées,



développées en collaboration entre le CNEXO et la société NEREIDES (figure). En 1980, une nouvelle bouée dotée en plus d'un courantomètre statique a été construite et testée.

Un réseau de quatre bouées mesurant le spectre non-directionnel des vagues et transmettant ces résultats par le système ARGOS a été mis en place en octobre 1980 sur les côtes atlantiques. Cette expérience a démontré la possibilité d'effectuer de telles mesures de façon systématique, en s'affranchissant des contraintes et des coûts liés à une station de réception radio à terre.



*Bouée directionnelle pour la mesure de la houle.*

## NOUVELLES TECHNOLOGIES DE MESURES EN MER : DÉVELOPPEMENT DE FLOTTEURS ACOUSTIQUES

L'acquisition de données à la mer pour l'étude de la circulation océanique sera de plus en plus obtenue à partir de flotteurs en profondeur, qui permettent de suivre le mouvement fluide, d'où le nom qui leur est parfois donné de flotteurs « lagrangiens ».

S'il est possible de suivre acoustiquement des flotteurs immergés à diverses profondeurs, l'équilibre des forces en jeu peut être correctement apprécié. Ceci justifie en

particulier les efforts technologiques importants pour augmenter la portée et la durée de vie de tels flotteurs et assurer leur positionnement de façon autonome. Il est vraisemblable que ce type d'instrumentation contribuera à vérifier les hypothèses théoriques avancées sur l'origine et la nature des phénomènes tourbillonnaires de longue période.

L'organisation, en février 1980, d'une réunion rassemblant scientifiques et industriels a permis d'évaluer l'intérêt que pouvait présenter un flotteur « lagrangien » du type utilisé pour la campagne TOURBILLON 79 pour l'étude de la dynamique à moyenne échelle. Deux conclusions principales ont été émises :

- un accroissement de l'autonomie à 6 mois et de la portée aux environs de 500 km serait plus adapté aux expériences à venir dans l'Atlantique Nord,
- l'utilisation de station autonome d'écoute pourrait suppléer ou compléter le suivi en temps réel à partir du navire et une amélioration de la précision du positionnement pourrait être ainsi obtenu après le retour de campagne.

Un contrat a été passé avec Woods Hole Oceanographic Institution pour la réalisation en commun avec le COB d'une station d'écoute autonome. Le prototype est prêt pour des essais en mer. Il fonctionne sur la fréquence des flotteurs TOURBILLON (1 560 Hz), mais sa modification pour recevoir et traiter éventuellement un signal à 780 Hz est possible sans changement important. Un autre contrat a été passé avec la société ACTRAN pour la réalisation de deux transducteurs fonctionnant à 780 Hz. La technologie suivie est identique à celle utilisée pour les transducteurs des flotteurs SOFAR et TOURBILLON et le rendement mesuré aux essais est de 80 %.

Ces efforts de développement seront poursuivis en 1981 en coopération avec Woods Hole Oceanographic Institution afin d'unifier les technologies et les composants utilisés dans les systèmes de courantométrie lagrangienne et d'entreprendre ainsi les campagnes de 1983 avec un matériel éprouvé présentant un maximum de souplesse pour s'adapter aux programmes des divers utilisateurs possibles.



## 4. ÉNERGIE DES MERS

Deux programmes sont menés, l'un sur l'énergie thermique des mers, puisque la mise en œuvre d'un programme français sur son utilisation a été confiée au CNEXO en novembre 1978, l'autre sur la récupération de l'énergie de la houle.

Les études de la première phase du programme concernant l'énergie thermique des mers ont été divisées en trois parties :

- le recensement des sites des Départements et Territoires d'Outre-Mer où les conditions thermiques sont favorables à de telles centrales (résultats remis en 1979),
- l'étude de préfaisabilité technique d'une centrale flottante, à cycle ouvert,
- l'étude de faisabilité d'une centrale terrestre, à cycle fermé.

Cette première phase est arrivée à son terme à la fin de l'année 1979 et les études de faisabilité de centrales ont été remises au CNEXO au début de l'année 1980. Elles avaient été confiées :

- au groupe CGE, ALSTHOM-ATLANTIQUE, EPTM d'une part, les sociétés intervenant étant : SOGELERG, SOGREAH, SEA TANK CO, Câbles de Lyon, ACB, RATEAU, NEYTEC, ETPM pour l'étude des centrales flottantes à cycle ouvert,

- au groupe EMPAIN-SCHNEIDER, les sociétés intervenant étant : SGTE, CREUSOT-LOIRE, SPIE-BATIGNOLLES, JEUMONT; SCHNEIDER pour l'étude des centrales terrestres à cycle fermé.

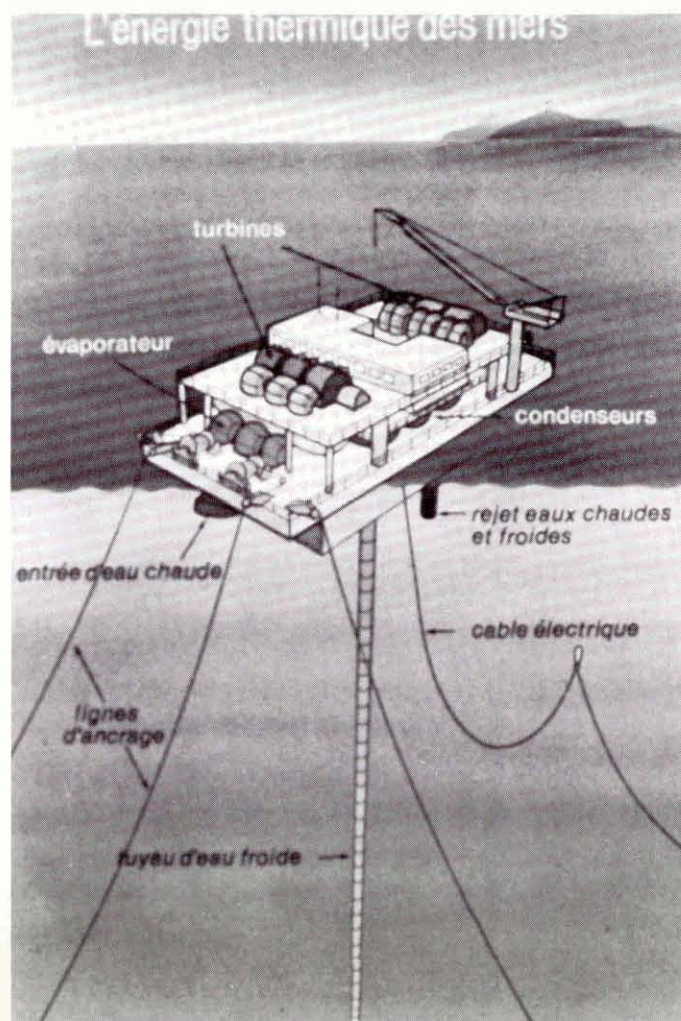
Ces études concluent à la faisabilité technique de telles centrales (flottantes ou à terre, à cycles fermé ou ouvert) et à la compétitivité possible de l'énergie produite avec les centrales thermiques, au voisinage de 10 MGWe, dans la perspective des augmentations de prix des combustibles liquides admises par le Plan. L'étude a été réalisée à partir des données disponibles (site, économie) sur Tahiti. Les résultats de ces travaux ont été présentés dans des conférences en France et à l'étranger. 1980 a été l'année de la maturation technique et industrielle du dossier devant logiquement conduire à la réalisation prochaine d'une centrale d'énergie thermique des mers-pilote à Tahiti. Pour préparer la décision des pouvoirs publics, les industriels CGE et EMPAIN-SCHNEIDER ont été consultés sur les engagements techniques et financiers qu'ils pourraient prendre concernant la réalisation et l'exploitation d'une centrale-pilote à Tahiti. Leur réponse a été rendue en décembre. Les études relatives aux biosalissures ont commencé, en 1980, d'une part, en réalisant une petite boucle thermohydraulique instrumentée, destinée principalement à mettre au point les techniques de mesures qui seront utilisées dans les futurs bancs d'essais de composants thermodynamiques de centrales ETM (principalement les échangeurs) et, d'autre part, en commen-

çant les mesures de biosalissures sur le site de Tahiti par le suivi d'éprouvettes comportant des échantillons de matériaux variés intéressant l'énergie thermique des mers.

Au plan technique, un contrat d'étude a été passé avec les ACB pour apprécier l'intérêt d'un type original de tuyau d'eau froide : conduite souple fonctionnant en surpression avec pompe immergée.

La décision de lancer la deuxième phase des études devrait être prise en 1981. Ces études prévoient de commencer la reconnaissance océanographique du site de Tahiti et des essais de composants (échangeurs, tuyau) destinés à confirmer les résultats théoriques obtenus à l'issue de la première phase.

**Un des projets de centrale thermique étudié pour le compte du CNEXO.**





## RÉCUPÉRATION DE L'ÉNERGIE DE LA HOULE

La récupération de l'énergie de la houle est l'objet de travaux de recherche importants au Royaume-Uni (30 MF/an), au Japon (le « KAIMEI ») et plus récemment en Norvège (15 MF/an) et aux États-Unis (DAM ATOLL). Tous ces travaux visent à trouver, réaliser et expérimenter un système économique de conversion d'énergie (« houlomotrice »).

Depuis deux ans, le CNEXO poursuit avec des moyens limités deux objectifs :

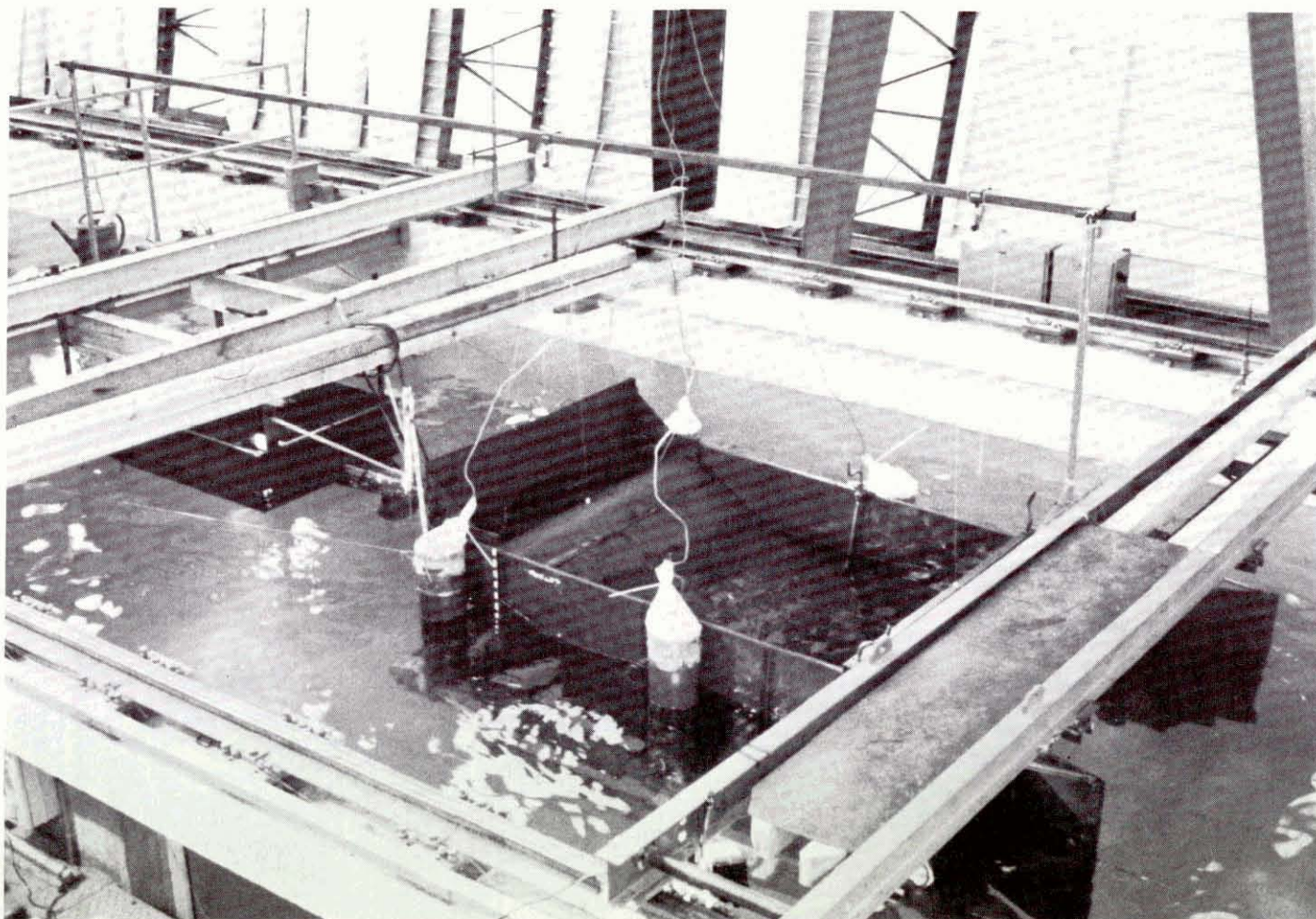
- l'expérimentation en bassin de quelques modèles sélectionnés,
- la connaissance des ressources en énergie des vagues sur les côtes atlantiques et les côtes des Départements et Territoires d'Outre-Mer.

Le programme « d'évaluation du potentiel énergie de la houle sur la façade Atlantique » a débuté en 1980. Les travaux ont porté sur la mise au point d'une méthodologie d'évaluation par l'utilisation de bouées qui ont été

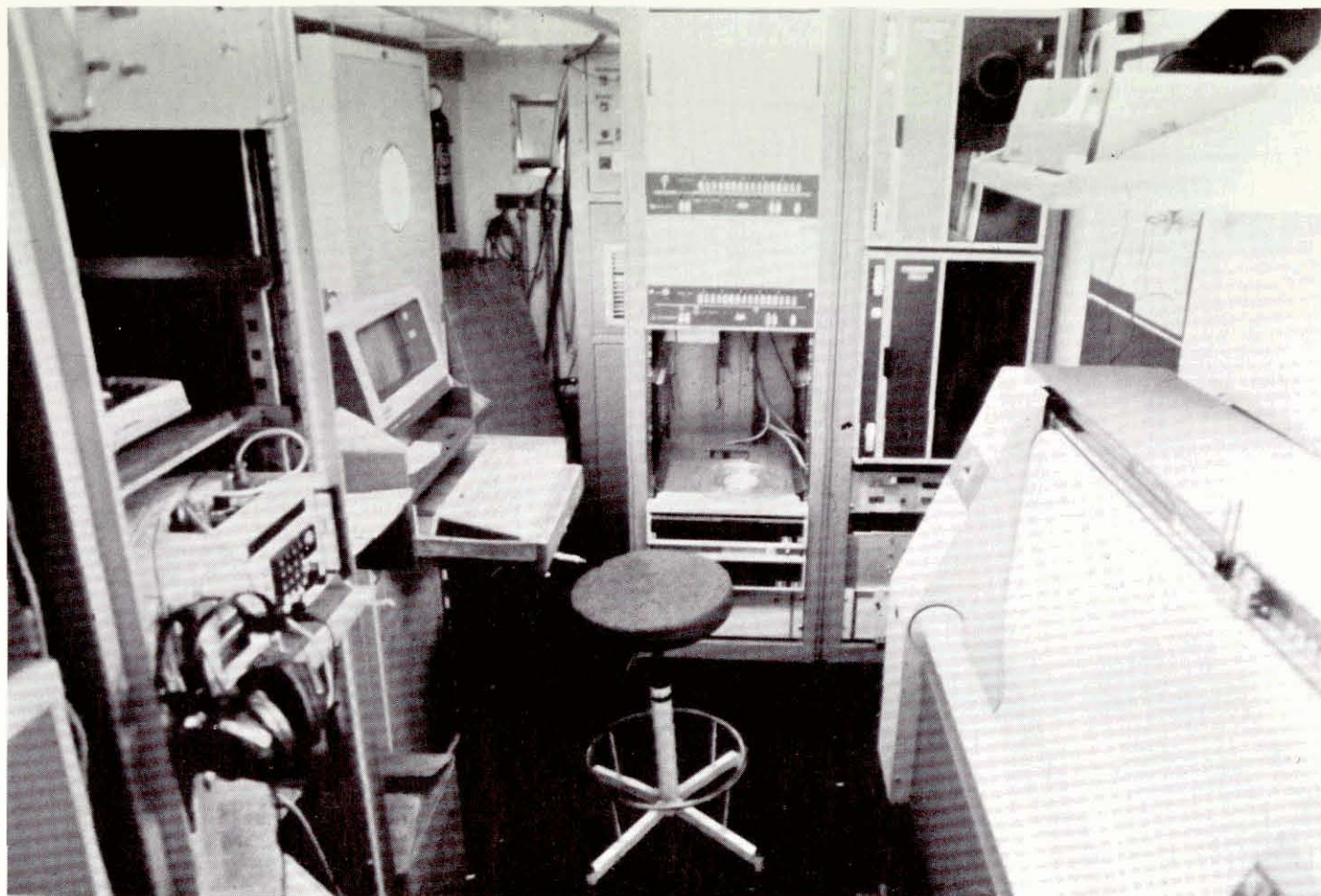
mouillées début octobre 1980 devant Arcachon, Bordeaux, l'île d'Yeu et les îles Glénans. L'expérience est prévue pour deux périodes consécutives de six mois. Pour les deux premiers mois, à la suite d'incidents divers, le bilan d'acquisition de données présente 50 % de succès.

L'évaluation des procédés de récupération a été menée en association entre le CNEXO, l'Union Industrielle d'Entreprise (UIE) et un laboratoire universitaire : l'ENSM à Nantes. En collaboration avec l'UIE, des campagnes d'essais en bassin à houle ont permis d'évaluer des houlomotrices flottantes hydropneumatiques et « à déferlement ». Dans ces dernières, les vagues déferlent sur une plage artificielle et remplissent un réservoir à un niveau supérieur au niveau moyen de la mer. L'eau recueillie retourne ensuite à la mer en produisant de l'énergie dans des turbines bassins chutes. Les recherches menées en collaboration avec l'ENSM portent sur des systèmes immergés et utilisent des techniques aussi bien numériques qu'expérimentales.

### Essai d'un procédé de récupération de l'énergie de la houle.

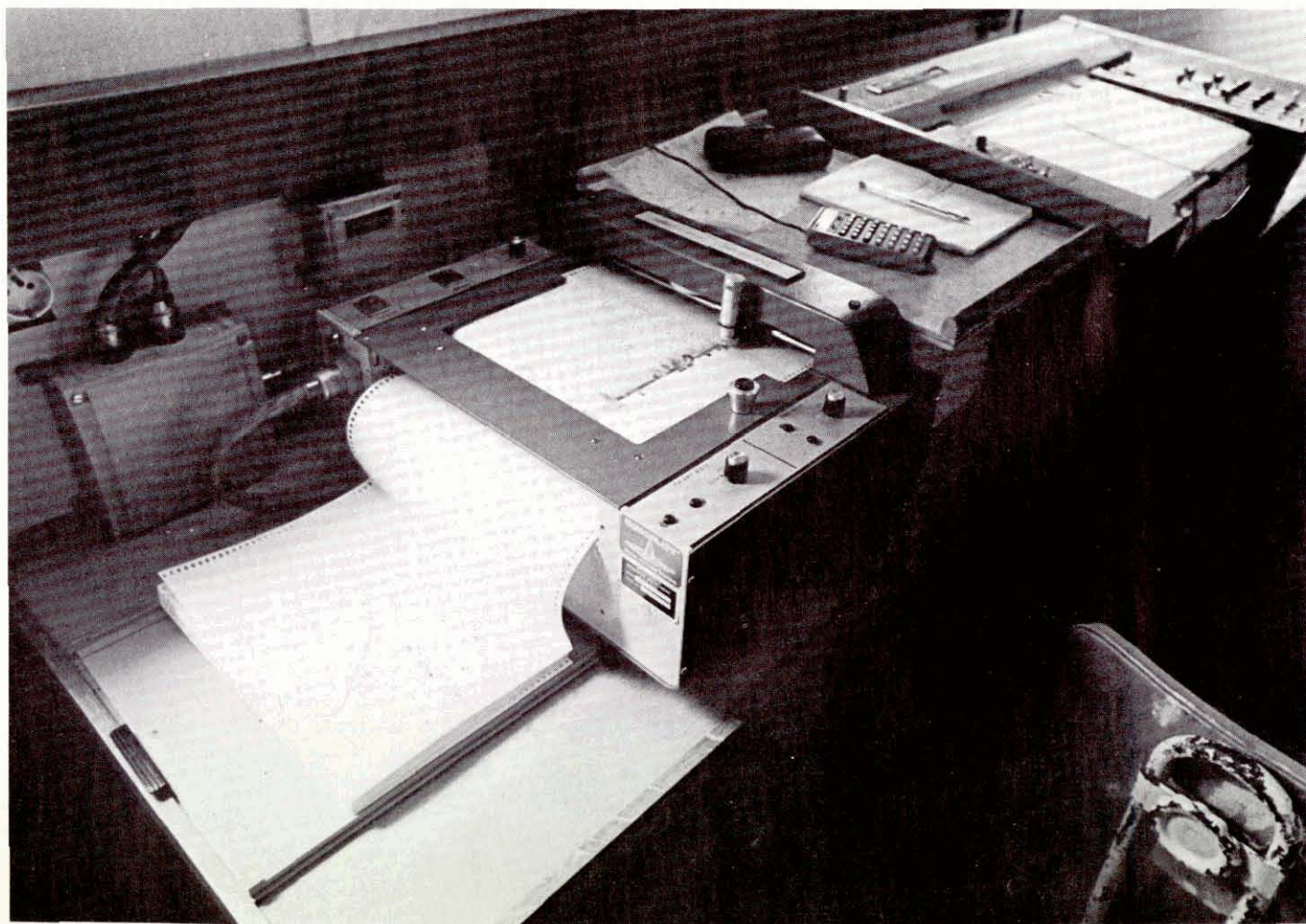






*Dispositif de collecte et de traitement de données à bord du N/O «JEAN CHARCOT» au cours de la campagne SEARISE.*

*Enregistrement en temps réel de données bathymétriques provenant du sondeur multifaisceaux «SEABEAM».*





## f - gestion des données

Parmi les moyens lourds que gère le CNEXO pour le compte de la communauté océanologique française, le Bureau National des Données Océaniques (BNDO) a pour mission générale de rassembler, gérer et mettre à disposition des utilisateurs, un ensemble de données numériques collectées en mer et de documents océanologiques présentant un intérêt pour les équipes françaises.

### 1. LA BANQUE DE DONNÉES DU BNDO

En tant que Banque de données, le BNDO procède à l'acquisition de nouvelles données numériques marines, à leur archivage et à leur gestion. Ces données sont acquises grâce à des actions menées à différents niveaux :

- participation aux traitements des données collectées en mer par les équipes de recherche française (70 campagnes à la mer/an),
- rassemblement des données collectées sur les navires océanographiques gérés par le CNEXO,
- rassemblement des données associées à de grands projets, pour lesquels le BNDO a été désigné comme Centre de données (RNO : 50 000 données/an, étude de zones d'implantation de centrales nucléaires : 100 000 données/an),
- acquisition de données dans le cadre d'échanges bilatéraux, principalement avec les États-Unis.

Cette activité générale a été marquée en 1980 par l'acquisition des données IPOD fournis par le Deep Sea Drilling Project (DSDP), la constitution progressive d'un fichier de données « SEABEAM »/CNEXO et l'édition de l'index « SEABEAM » correspondant.

Le « Recueil des campagnes océanographiques pour l'année 1980 » préparé et diffusé par le BNDO est un moyen privilégié pour faire connaître les travaux effectués en mer en 1980 par les équipes françaises.

L'ensemble des données de la Banque est mis au service de la communauté océanologique nationale et internationale. Les services rendus sont en accroissement constant. L'évolution de la demande se mesure par l'étendue et la complexité des questions posées et par une augmentation très nette du nombre de questions touchant à la courantométrie et à l'environnement côtier.

De plus en plus, les réponses aux questions posées font appel simultanément à toutes les disciplines et nécessitent d'avoir recours non seulement à la Banque du BNDO, mais aussi aux banques étrangères. Elles nécessitent enfin de faire appel non seulement aux données numériques, mais encore à la base documentaire, et de faire analyser les informations sélectionnées par des scientifiques ou ingénieurs de disciplines différentes.

### 2. LE CENTRE DE DOCUMENTATION DU BNDO

Le Centre de documentation du BNDO a maintenu en 1980 son activité générale de gestion d'une bibliothèque spécialisée en océanologie et de gestion d'une base documentaire spécialisée (DOCOCEAN).

A la fin de l'année 1980, le fonds documentaire comprend plus de 16 000 ouvrages et 1 700 titres de publications en série.

La base documentaire DOCOCEAN a subi en 1980 une amélioration majeure due à la mise en place d'un ordinateur plus puissant au CNEXO et au démarrage opérationnel du réseau TRANSPAC de transmission de données, ce qui permet l'interrogation à distance de la base DOCOCEAN et en conséquence son essor au plan national.

Cette évolution a conduit la section « Documentation » à mettre en place un outil de comptabilité automatique, à restructurer la base DOCOCEAN qui contient à présent plus de 300 000 références (Oceanic Abstract, Aquatic Science and Fisheries Abstracts principalement) et à organiser des stages de formation d'utilisateurs-pilotes provenant d'organismes extérieurs.

Le bilan des services rendus en 1980 montre l'accroissement de ces interrogations à distance, et la diminution des demandes d'interrogations par l'intermédiaire des documentalistes du CNEXO.

Le Centre de documentation du BNDO a entrepris en 1980 les premières interrogations à distance des bases documentaires américaines des sociétés LOCKHEED et SDC, et a pris contact avec la société française TELESYSTEME pour accéder aux bases documentaires scientifiques et techniques installées sur le serveur national français QUESTEL.

### 3. LE DÉVELOPPEMENT DE LOGICIELS DE TRAITEMENT DE DONNÉES EN MER ET A TERRE

Le BNDO a été conduit à développer progressivement des programmes informatiques ou logiciels de traitement de données afin de faciliter la mise en forme de ces données et la présentation des résultats correspondants.

L'exemple le plus marquant en matière de développement de logiciel par le BNDO en 1980 concerne le traitement des données « SEABEAM ». Le logiciel initial, fourni par le constructeur, ne prenait pas en compte les données de navigation, la fusion des données bathymétriques et des données de navigation se faisait en différé à terre par l'intermédiaire d'un logiciel développé par le BNDO sur CII IRIS 80 dès 1979.

En 1980, deux améliorations importantes ont été apportées au traitement des données bathymétriques issues du « SEABEAM » :



- un logiciel intégrant en temps réel les données de bathymétrie issues du «SEABEAM» et les données de navigation a été installé à bord du N/O «JEAN CHARCOT» pour élaborer une carte d'isobathes tracée au fur et à mesure que le navire se déplace,

- le logiciel initialement développé par le BNDO sur CII IRIS 80 a été adapté sur mini-ordinateur HEWLETT-PACKARD 21 MX afin d'être mis en œuvre sur l'ordinateur embarqué du N/O «JEAN CHARCOT», et d'obtenir des cartes bathymétriques élaborées dès la fin de la

campagne à la mer.

En outre, le tracé de coupes selon une direction quelconque et le tracé de blocs diagrammes ont enrichi en 1980 la bibliothèque des traitements disponibles sur les données «SEABEAM». D'autres développements de logiciels ont été effectués en 1980 : transfert du logiciel de courantométrie du CNEXO à l'Institut Hydrographique de la Marine portugaise à Lisbonne, étude d'un logiciel pour l'acquisition des données provenant de la bathysonde «NEIL BROWN» et leur traitement à bord du N/O «JEAN CHARCOT».

## PRINCIPALES DONNÉES DISPONIBLES AU BNDO

Parmi les données disponibles au BNDO, il convient plus particulièrement de noter :

- les données d'identification des campagnes océanographiques

Ces données sont regroupées dans le fichier de comptes rendus de campagnes, fichier contenant le bilan succinct de plus de 7 000 campagnes (hauturières ou littorales), dont 1 300 campagnes de biologie et 600 campagnes de géologie-géophysique,

- les données d'hydrologie classique :

300 000 points de mesures de paramètres physiques, chimiques et hydrobiologiques, répartis géographiquement et par ordre d'importance numérique décroissante :

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Mer de Norvège-Islande       | : 68 300 stations |
| Mer du Nord                  | : 44 600 stations |
| Atlantique Sud et Équatorial | : 39 900 stations |
| Atlantique N.W., Caraïbes    | : 39 500 stations |
| Baltique                     | : 30 900 stations |
| Pacifique Sud                | : 30 000 stations |
| Mer d'Irlande-Groenland      | : 27 900 stations |
| Atlantique N.W. Canada       | : 17 900 stations |
| Méditerranée                 | : 16 000 stations |
| Atlantique N.E.              | : 15 600 stations |

(à chaque station ont été réalisées des mesures à plusieurs niveaux d'immersions).

- les données de bathythermie :

- données MBT (obtenues par bathythermographes mécaniques) : 97 000 stations, concernant la Méditerranée, l'Atlantique Nord, l'Atlantique Sud,  
- données XBT (obtenues par bathythermographes de type Sippican) : 17 000 stations,

- les données de courantométrie, qui se répartissent entre :

- les 600 séries de mesures recueillies au large de la Bretagne et la Provence Côte-d'Azur, dépouillées puis archivées au BNDO,

- l'inventaire courantométrique : produit de recherches documentaires sur les mesures de courant effectuées dans le monde. Le fichier contient 2 000 descriptifs stations,

- les données géologiques classiques, réparties en plusieurs fichiers :

- fichier « Flux de chaleur » (6 609 mesures),  
- fichier « Carottages », près de 30 000 stations,

- fichier « Séismes » (116 000 séismes étudiés dans le monde de 1638 à 1974),

- fichier « Climat » (4 270 résultats d'analyse dans l'Atlantique),

- les données de forages IPOD :

huit fichiers ont jusqu'à présent été transférés au BNDO : le fichier « Guide », le fichier « Résumé de sites », le fichier « Profondeur », le fichier « Age », le fichier « Granulométrie et lithographie des sédiments », utilisant les résultats du N/O «GLOMAR CHALLENGER», le fichier « Lithologie et propriétés physiques des sédiments », utilisant les résultats du N/O «GLOMAR CHALLENGER» et ceux des laboratoires à terre, le fichier « Carbonate et carbone », le fichier « Données de route du N/O «GLOMAR CHALLENGER» comportant les données de navigation, bathymétrie, magnétisme acquises en route,

- les données de géophysique :

- gravimétrie : 655 000 données,  
- magnétisme : 897 000 données,  
- bathymétrie : 1 200 000 données environ,

- les données de bathymétrie «SEABEAM» :

elles correspondent à un peu plus de 300 jours de mer du N/O «JEAN CHARCOT», soit à 150 000 km de profils environ. Ces données sont considérées dans la majeure partie des cas comme étant confidentielles durant les trois ans qui suivent la campagne,

- les données cartographiques :

le BNDO dispose de fichiers cartographiques (trait de côtes, isobathes) à différentes échelles et pouvant être exploités par une chaîne de cartographie automatique. L'année 1980 a été marquée par la fin de la digitalisation des isobathes au 1/100 000<sup>e</sup> en Manche et le transfert de l'Établissement Principal du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (EPSHOM) au BNDO des fichiers de traits de côtes françaises au 1/300 000<sup>e</sup> et au 1/25 000<sup>e</sup>,

- les données du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin (RNO) :

50 000 données physico-chimiques sont recueillies et exploitées dans le cadre de ce réseau.

- les données documentaires :

une base de 300 000 références : Oceanic Abstracts, Aquatic Science and Fisheries Abstracts, CNEXO-PASCAL, sources CNEXO.





JEAN CHARCOT

BREST



# Questions internationales

En matière internationale, le CNEOX est l'interlocuteur principal du Ministère des Affaires Étrangères pour l'océanologie et en tant que tel, il contribue à la composition de délégations chargées d'assurer la représentation de la France auprès d'un certain nombre d'organismes internationaux.

Il met par ailleurs en œuvre diverses coopérations bilatérales établies par le Ministère des Affaires Étrangères qui lui apporte un soutien déterminant et une aide financière importante.

## 1. ACTION AU SEIN DES ORGANISMES INTERNATIONAUX

### CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR LE DROIT DE LA MER : ÉVOLUTION DU DROIT DE LA MER

9<sup>e</sup> session (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> partie) de la Conférence des Nations Unies sur le Droit de la Mer (New York, 3 mars-4 avril 1980; Genève, 28 juillet-29 août 1980)

La neuvième session de la troisième Conférence des Nations Unies sur le Droit de la Mer s'est achevée par la publication d'un « projet de convention sur le Droit de la mer » (texte officieux) qui n'est pas un texte final mais qui est un texte de négociation.

Au cours de cette session, les développements les plus notables s'observent dans le domaine des fonds marins internationaux (Première Commission). Ces développements sont probablement dûs à l'influence exercée par les législations nationales américaine et allemande sur les fonds marins. Le compromis le plus marquant a trait au mode de prise des décisions au sein du Conseil de l'Autorité internationale. Un système de majorités différentes est établi selon les matières traitées : majorité simple pour les questions de procédure, majorité des 2/3, majorité des 3/4 ou consensus selon l'importance des décisions à prendre pour les questions de fond.

Le doute sur l'appartenance d'une question à telle ou telle catégorie est tranché selon la procédure la plus restrictive. Les questions non attribuées relèvent du consensus. Les membres du groupe des 77 se sont attachés à réduire au minimum le nombre des questions réglées par consensus. Toutefois, des questions essentielles pour les travaux relevant de la Première Commission n'ont pas été abordées au cours de cette session; en particulier, la composition et les fonctions de la Com-

mission préparatoire (qui doit siéger en attendant la mise en place des organismes définitifs durant la période s'écoulant entre la signature et l'entrée en vigueur de la Convention), et la question de la protection des investissements effectués au cours de la même période. La Deuxième Commission (droit maritime traditionnel) n'a tenu, au cours de cette session, qu'une séance de travail et le débat n'a pas été ouvert sur certaines questions pour lesquelles de fragiles compromis ont été élaborés précédemment, par exemple le libre passage dans les eaux territoriales. La Troisième Commission (recherche scientifique) a procédé à des travaux de révisions rédactionnelles portant sur les textes relatifs à la préservation du milieu marin, la recherche scientifique et le transfert des techniques.

La dixième session qui se tiendra en 1981 à New York s'était fixé pour objectifs de combler les lacunes du texte actuel et d'étudier les questions liées à la constitution et au fonctionnement de la Commission préparatoire de l'Autorité, les questions relatives à un mécanisme de protection des investissements durant la même période et une clause de participation des entités qui ne sont pas des États, comme par exemple la Communauté Économique Européenne. La récente décision de l'Administration REAGAN d'observer une pause dans la participation américaine aux travaux de la Conférence, afin de réévaluer les objectifs poursuivis par les États-Unis, aura pour conséquence d'imposer une nouvelle prolongation de la Conférence.

### COMMISSION OCÉANOGRAPHIQUE INTERGOUVERNEMENTALE (COI)

La 13<sup>e</sup> session du Conseil Exécutif de la COI s'est tenue en 1980, la France étant membre de ce Conseil.

Les propositions faites par la délégation française, à laquelle participait un représentant du CNEOX, ont porté sur plusieurs points particuliers :

- le programme du Système Mondial Intégré des Stations Océaniques qui a été très utile lors de la Première Expérience Mondiale du GARP qui devrait être développé,
- le programme de recherche coordonné par la COI pour l'Antarctique,
- le programme de recherche coordonné par la COI pour l'Océan Indien,
- la composition du Conseil d'Études Scientifiques de la COI,
- l'étude des rapports entre les changements climati-



ques et l'océan qui fait l'objet de travail par la COI afin d'harmoniser les programmes de certains pays membres,

- les actions entreprises en matière d'enseignement et d'assistance mutuelle,
- le financement des programmes de la COI.

## 2. COOPÉRATIONS BI-LATÉRALES

### AMÉRIQUE

#### Coopération franco-américaine

La coopération franco-américaine en matière océanologique a été établie en 1971, entre la NOAA et le CNEXO.

La septième réunion de coopération s'est tenue à Paris du 28 au 30 octobre 1980, la délégation américaine étant conduite par le Dr Ferris WEBSTER, Assistant Administrator for Research and Development, NOAA, et la délégation française par M. Gérard PIKETTY, Président Directeur Général du CNEXO. Il a été notamment décidé de poursuivre la coopération au cours des campagnes prévues par les Américains en 1981 sur la dorsale Est-Pacifique à 20° Sud et 21° Nord, et par les Français en 1981 et 1982.

Les programmes dans les autres domaines de la coopération concernent : les recherches sur l'environne-

ment marin, la lutte contre la pollution marine, la technologie marine, la pénétration de l'homme en mer, l'aquaculture, la géotechnique marine, la dynamique sédimentaire, l'étude scientifique des dépôts de nodules polymétalliques, et celle du rôle de l'océan dans les fluctuations climatiques.

L'étude des énergies des océans n'a pas été abordée au cours de la réunion, mais demeure un sujet d'intérêt commun comme cela avait été décidé précédemment.

#### Coopération franco-canadienne

Dans le cadre de la Commission Mixte scientifique franco-canadienne, réunie à Paris en juin 1980, les possibilités de coopération en océanologie ont été retenues notamment en matière de télédétection, d'études d'environnement, d'aquaculture des salmonidés, de pollution marine, de technologies. Divers échanges ont eu lieu en 1980 concernant les études liées à la pollution par les hydrocarbures et les études d'environnement liées aux grands aménagements hydroélectriques en milieu côtier.

#### Coopération franco-québécoise

La 15<sup>e</sup> réunion du Comité franco-québécois de l'eau et de l'environnement s'est tenue à Paris en octobre 1980. Plusieurs secteurs prioritaires de coopération ont été définis en 1980, notamment les pêches maritimes (recherche biologique, échange de technologie). L'océanologie a été retenue comme l'une des actions bilatérales à privilégier.

**Le Dr. F. WEBSTER (NOAA) et G. PIKETTY (CNEXO) au cours de la 7<sup>e</sup> réunion de coopération franco-américaine.**





## EUROPE

### Coopération franco-allemande

L'accord technique franco-allemand de coopération océanologique a été établi en 1975 entre le Ministre de l'Industrie, représenté par le CNEXO, et le Ministre fédéral de la Recherche et de la Technologie de la République Fédérale d'Allemagne.

Jusqu'à présent, les échanges ont eu un caractère essentiellement scientifique : échanges de chercheurs et de résultats pour les campagnes menées dans le Pacifique Sud.

D'autres échanges concernent l'étude de la genèse des nodules, l'hydrothermalisme sous-marin (participation des Allemands à la campagne SEARISE), la morphologie des fonds marins (cartographie « SEABEAM ») et la circulation océanique de surface et sur les fonds.

Les deux parties se tiennent, par ailleurs, mutuellement au courant de l'évolution de leur position en matière d'exploitation des fonds marins et de leurs politiques industrielles respectives.

Les études sur le krill en revanche n'ont pas donné de résultats probants.

Une relance importante de la coopération franco-allemande est prévue en 1981, concernant notamment l'utilisation commune des submersibles, l'amélioration des performances d'engins d'intervention sous-marine et le développement des échanges en matière de traitement et de stockage des données.

## COOPÉRATIONS EN EXTRÊME-ORIENT ET DANS LE PACIFIQUE ORIENTAL

### Coopération franco-japonaise

En 1980, la réunion du Comité de coopération océanologique franco-japonais s'est tenue à Paris, la délégation japonaise étant conduite par M. TAKAGI, Directeur de la Division Océanique de l'Agence des Sciences et de la Technologie et la délégation française par M. LAUBIER, Directeur de la Programmation et de la Coordination du CNEXO.

Les différents thèmes de cette coopération ont été discutés à cette occasion : aquaculture du thon, aquaculture d'espèces communes en France et au Japon, pathologie des animaux marins, krill, énergie — énergie thermique et énergie des vagues —, nodules polymétalliques, plongée profonde, structures en mer, instrumentation, étude de la subduction au Japon, échange de données.

L'effort principal poursuivi dans le cadre de cette coopération concerne la préparation d'un projet de campagne géologique commune en Mer du Japon avec la participation d'un submersible français à partir de 1983. Ce projet comporterait deux phases : d'une part la reconnaissance de la zone retenue à l'aide du sondeur multifaisceaux « SEABEAM » à bord du N/O « JEAN

CHARCOT », de l'autre une campagne de plongée proprement dite qui sera probablement la campagne inaugurale du nouveau sous-marin français « SM 97 » par des profondeurs pouvant atteindre 6 000 mètres.

### Coopération franco-indonésienne

Faisant suite à la signature, à Djakarta, par le Secrétaire d'État à la Recherche, en mai 1979, de l'Accord de coopération dans les domaines de la recherche scientifique et du développement technologique, une délégation conduite par le Président du CNEXO et comprenant des représentants de l'ORSTOM, du Ministère des Affaires Étrangères, du Ministère des Transports et de la Mission Interministérielle de la Mer, s'est rendue en Indonésie en janvier 1980.

Les premiers pourparlers menés au cours de cette visite, poursuivis lors de la venue en France, en avril, du Ministre adjoint de la Recherche et de la Technologie, ont permis de préparer un Arrangement dans le domaine de l'océanologie, signé en octobre à bord du N/O « CORIOLIS », lors d'une escale à Djakarta. Cette coopération est établie autour de cinq grands thèmes : la pêche et l'aquaculture, les ressources minérales en mer, la gestion du littoral, la cartographie bathymétrique et côtière, et les énergies de la mer. Les programmes de travail annuels sont déterminés par un Comité Mixte, composé de représentants des principaux organismes participant, dans les deux pays, à cette coopération. Sa compétence recouvre l'élaboration des programmes annuels, l'examen de l'état d'avancement de chaque projet, l'établissement des répartitions financières.

Parallèlement, à l'élaboration de l'Arrangement s'engageait la préparation de la première campagne en coopération entre les deux pays, CORINDON qui a débuté en octobre. D'une durée de 25 jours, elle comprenait deux parties auxquelles participaient, du côté français, des équipes de la CFP pour la première partie et de l'ORSTOM pour la seconde. La première partie à dominante géologique avait pour objectif d'étudier le passage de dépôts deltaïques à des dépôts carbonatés et la répartition bathymétrique des microfaunes au front des récifs dans le détroit de Makassar. La seconde à dominante biologique, également dans le détroit de Makassar, portait sur l'inventaire faunistique de la profondeur et de la nature des sédiments. Par ailleurs, plusieurs missions d'experts du BRGM, du CNEXO et de l'ORSTOM ont eu lieu en décembre 1980. Elles avaient pour objet de définir avec les responsables scientifiques indonésiens les actions et projets à mener dans les domaines des pêches, de la géophysique, de la gestion de l'environnement, et de préparer la prochaine campagne CORINDON en mars 1981 (études des magnétismes dans la Mer de Bana, études de physique et chimie marines dans la baie d'Ambon).

### Coopération franco-chinoise

En novembre 1980, une mission de représentants du CNEXO et de l'Université s'est rendue en République



Populaire de Chine, à l'invitation du Bureau d'Etat pour l'Océanographie, afin d'établir un projet d'accord de coopération en océanologie entre les deux pays.

Cette visite s'inscrivait à la suite de la visite en Chine en décembre 1979 d'une délégation française dirigée par le Secrétaire d'Etat à la Recherche, à laquelle participait le Président Directeur Général du CNEXO.

Plusieurs instituts (Institut de Recherche des Appareils Marins, Institut d'Information Scientifique et Technique marine à Tianjin, Institut de recherche estuarienne et côtière de l'Ecole Normale Supérieure de l'Est de la Chine à Shanghai, Deuxième Institut Océanographique à Hangzhou, Institut de Géologie de l'Académie des Sciences à Pékin) ont été visités par la délégation française à cette occasion.

Quatre thèmes de coopération éventuelle ont été mis à l'étude :

- en géologie-géophysique, à partir d'une campagne mixte franco-chinoise en 1983 dans la région de l'archipel des Mariannes et de la Mer de Chine;
- en instrumentation océanologique;
- en matière de protection de l'environnement côtier : analyse chimique, gestion et traitement des données;
- en télédétection.

#### **Coopération franco-coréenne**

Cette coopération est la plus ancienne des coopérations françaises en océanologie dans cette partie du monde.

L'objectif principal de coopération avec la Corée est la formation de chercheurs. En 1980, les laboratoires et centres océanologiques français accueillaient 11 chercheurs, dont trois ont soutenu une thèse de 3<sup>e</sup> cycle. Le Korean Ocean Development and Research Institute, principal interlocuteur coréen, a renforcé ses liens de coopérations avec des organismes français, en 1980, puisqu'un projet d'étude des ressources de la Mer Jaune a débuté avec le BRGM et qu'il participe avec des sociétés privées françaises, sur financement de la Korean Electricity Company, à la deuxième phase du projet d'usine marémotrice dans la baie de Garorim (Mer Jaune).

#### **Coopération franco-indienne**

Un protocole dans le domaine de l'océanologie a été signé en janvier 1980 à New-Delhi. Il prévoit d'étudier les possibilités de coopération dans les domaines suivants :

- conception, construction, et acquisition d'un navire de recherche géotechnique pour la prospection des ressources minérales et la plongée profonde,
- développement de la technologie sous-marine, y compris l'utilisation de submersibles pour la recherche scientifique,
- établissement en Inde d'un Centre de Recherche Hyperbare. Les organismes coordinateurs sont l'OSTA (Ocean Science and Technology Agency) pour l'Inde et le CNEXO pour la France. A la suite de missions d'experts

### **ÉCHANGES DIVERS AVEC D'AUTRES PAYS**

#### **Brésil**

*Échanges universitaires et échanges d'informations en particulier sur l'énergie des mers.*

#### **Grande-Bretagne**

*Échanges ponctuels concernant l'aquaculture, la pollution, l'évaluation et la prospection de l'environnement marin, l'énergie des vagues.*

#### **Italie**

*Concertation est menée dans un cadre bilatéral (pollution, réseau d'observation de la qualité des eaux, aquaculture) et dans un cadre international (CIESM).*

#### **Koweït**

*Contacts établis en matière d'aquaculture par la filiale FRANCE-AQUACULTURE.*

#### **Mexique**

*Les échanges concernent la formation de chercheurs, des campagnes de géologie, l'information en matière de technologie et d'aquaculture.*

#### **Norvège**

*Échanges portant sur l'aquaculture, la tenue des structures en mer, des projets industriels conjoints.*

#### **Pays arabes**

*Échanges ponctuels concernant la technologie sous-marine et l'aquaculture.*

#### **Portugal**

*Un accord est en cours de signature.*

#### **Tunisie-Algérie**

*Échanges en matière de pêche et d'aménagements portuaires.*

#### **Turquie**

*Échanges en matière d'aquaculture (Izmir).*

#### **Venezuela**

*Échanges portant sur les questions suivantes : centre de données, études des lagunes côtières, navires de recherche, réseau de surveillance.*



de l'IFP, du CNEXO et de la SERETE, au cours du premier semestre 1980, des spécifications du Centre Expérimental hyperbare, du sous-marin et du navire géotechnique ont été adressées à l'OSTA.

## MÉDITERRANÉE

En Méditerranée, la France souhaite conserver un rôle actif pour la solution d'un certain nombre de questions scientifiques relevant de l'océanologie, en particulier en ce qui concerne certaines études de l'environnement marin. Son rôle dans un certain nombre de projets méditerranéens est ainsi particulièrement important.

*Dans cette perspective, elle a favorisé le renforcement de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Mer Méditerranée (CIESM) qui a élaboré en 1980 un plan à long terme sur l'étude de la pollution en haute mer en Méditerranée qui débutera en 1981 par la campagne française PHYCEMED à bord du N/O « LE SUROIT » pour des travaux de physique et chimie marines, avec la participation de chercheurs de plusieurs pays riverains.*

### Coopération franco-espagnole

Quatre domaines prioritaires de coopération ont été définis entre la France et l'Espagne. Il s'agit de :

- l'harmonisation des réseaux de surveillance de la qualité du milieu marin,
- la géologie marine,
- l'environnement littoral,
- les campagnes à la mer.

En 1980, des échanges de données ont eu lieu en matière de pollution.

## COOPÉRATION FRANCO-SOVIÉTIQUE

En 1980 s'est tenue la 18<sup>e</sup> session de la Commission Mixte franco-soviétique de coopération scientifique, technique et économique.

Elle a noté que « le domaine de l'étude des océans a fait l'objet en 1980 d'une large concertation entre les deux parties afin de mettre au point en commun le programme de coopération pour les années à venir ».

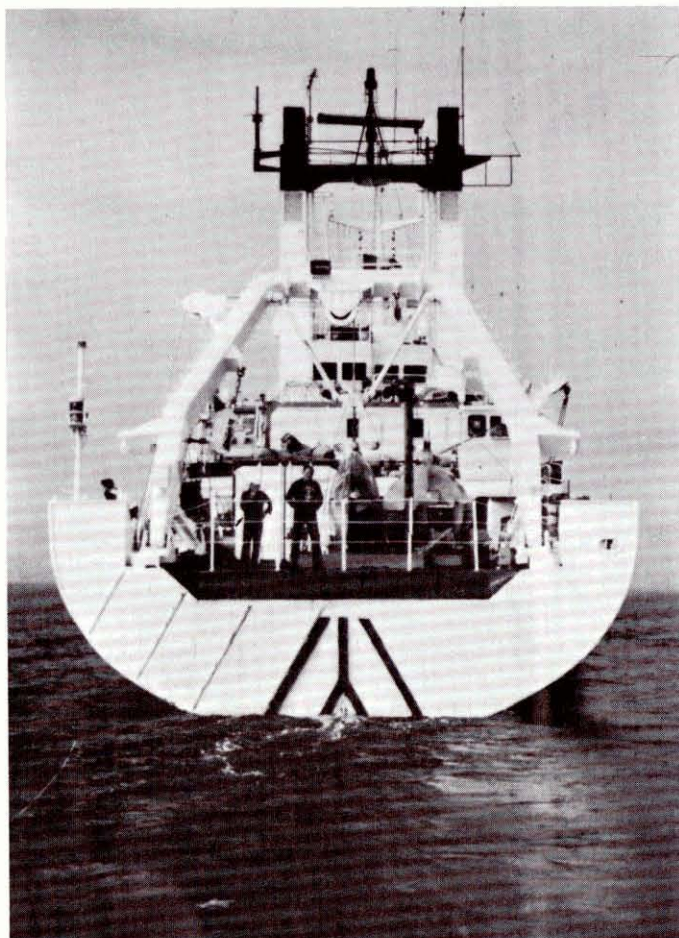
Lors de la réunion à Moscou des experts des deux pays en novembre 1980, l'ensemble des thèmes a été évoqué afin de préparer à l'avenir des opérations communes de coopération scientifique dans les domaines suivants : biologie marine et aquaculture, techniques de pêche, océanographie physique, géophysique.

## ACCUEIL DE SPÉCIALISTES ÉTRANGERS AU CNEXO EN 1980

*Comme pour les années précédentes, le CNEXO a accueilli en 1980 pour des stages d'une durée supérieure à une semaine un certain nombre de spécialistes étrangers des pays suivants : Algérie : 2, Australie : 1, Belgique : 1, Corée : 1, Égypte : 1, États-Unis : 2, Fidji : 2, Italie : 1, Inde : 1, Mexique : 4, Nouvelle-Guinée Papouasie : 1, Portugal : 1, République Fédérale d'Allemagne : 1.*



# Moyens d'action



## GENAVIR

GENAVIR a été constitué par la Compagnie Générale Maritime (CGM), la Compagnie des Moyens de Surface adaptés à l'Océan (SURF) et le CNEXO afin de mettre en œuvre, en commun, tous les moyens permettant d'assurer la gérance des navires, engins et équipements océanologiques, leur appartenant ou non, et en tout premier lieu celle des navires, engins et équipements du CNEXO.

Le Groupement est constitué sans capital. Aux membres (SURF, CGM, CNEXO) sont attribués un nombre de voix donnant un droit de vote correspondant dans les Assemblées du Groupement :

|               |         |
|---------------|---------|
| - SURF .....  | 5 voix  |
| - CGM .....   | 45 voix |
| - CNEXO ..... | 50 voix |

## 1. MOYENS A LA MER

### ACTIVITÉS 1980 DE LA FLOTTE

Navires hauturiers armés par GENAVIR (N/O « JEAN CHARCOT », « LE SUROÏT », « LE NOROÏT », « CRYOS », « CAPRI-CORNE », « CORIOLIS »). Les six navires hauturiers gérés par GENAVIR ont eu une activité moyenne de 214 jours\* (temps en campagne et transit inter-campagnes), soit environ 70 % des 298 jours qui constituent la disponibilité maximale possible hors arrêts techniques.

Si l'on exclut de cette activité le temps passé à quai par le chargement et le déchargement des équipements embarqués, le temps passé à la mer est de 178 jours en moyenne par navire. Mis à part le N/O « CORIOLIS », qui a subi une refonte au cours du premier semestre, le temps d'indisponibilité moyen pour arrêt technique a été de 43 jours.

L'activité aurait été réduite à 186 jours (1) sans l'appoint de plusieurs affrètements : 134 jours de « LE NOROÏT » par le BEICIP (NORVEN), 18 jours de « LE SUROÏT » pour la Marine Nationale (FRELYANA), et 13 jours du « CRYOS » pour la Météorologie Nationale (MARITRANS).

#### Navire côtier « THALIA »

La « THALIA » a eu une activité de 235 jours : soit environ 70 % de sa disponibilité maximale hors arrêts techniques. Ces derniers ont occupé un total de 35 jours.

#### Engin submersible « CYANA »

L'engin submersible « CYANA » a effectué en 1980 60 plongées, presque exclusivement en Méditerranée, la campagne CYMOR étant la seule campagne en Atlantique.

\* Ce chiffre, comme les suivants, est une moyenne non pondérée, qui ne tient pas compte des différences entre les navires.



## COMPOSITION DE LA FLOTTE

### NAVIRES

| Noms                                                 | Caractéristiques principales                | Observations                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| « Coriolis »<br>(lancé le 30 octobre 1963)           | Longueur : 37,50 m<br>Déplacement : 450 t   | Travaux océanographiques dans le Pacifique                                                                                                                                             |
| « Jean Charcot »<br>(lancé le 19 janvier 1965)       | Longueur : 75 m<br>Déplacement : 2 200 t    | Le « Jean Charcot » permet d'effectuer la majeure partie des travaux océanographiques dans la presque totalité des mers                                                                |
| « La Pélagia »<br>(lancé le 14 septembre 1965)       | Longueur : 32 m<br>Déplacement : 350 t      | Océanographie des pêches. Travaille dans le cadre des programmes de l'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes)                                                  |
| « Capricorne »<br>(lancé le 12 novembre 1969)        | Longueur : 46 m env.<br>Déplacement : 650 t | Océanographie dans l'Atlantique tropical                                                                                                                                               |
| « Cryos »<br>(lancé le 8 février 1970)               | Longueur : 48,70 m<br>Déplacement : 840 t   | Travaux océanographiques et recherches sur la pêche en mers froides                                                                                                                    |
| « Le Noroît »<br>(lancé le 16 octobre 1970)          | Longueur : 50,55 m<br>Déplacement : 870 t   | Première unité d'une série de navires océanographiques polyvalents (Norois)                                                                                                            |
| « Le Suroît »<br>(lancé le 20 juillet 1974)          | Longueur : 56,30 m<br>Déplacement : 1 000 t | Seconde unité de la série de navires océanographiques polyvalents                                                                                                                      |
| « Nadir »<br>(présenté à flot<br>le 24 octobre 1974) | Longueur : 56,75 m<br>Déplacement : 1 984 t | Navire construit pour un groupement d'intérêt économique constitué par le CNEXO et la Compagnie Générale Transatlantique pour servir « d'appui des dispositifs immergés de recherche » |
| « Thalia »<br>(lancé le 26 janvier 1978)             | Longueur : 24,50 m<br>Déplacement : 225 t   | Navire côtier de recherche                                                                                                                                                             |

### ENGINS D'ÉTUDE ET D'EXPLORATION

|                                                                          |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Submersible 3 000 m<br>« Cyana »<br>(premiers essais :<br>novembre 1969) | Longueur : 5,70 m<br>Largeur : 3,40 m<br>Poids dans l'air : 8 t<br>équipage : 3 hommes | Peut plonger à 3 000 m de profondeur                                                                                                                                                                                                                       |
| Bathyscaphe « Archimède »<br>(Désarmé)                                   | Longueur : 21,30 m<br>Déplacement en plongée :<br>208 t env.<br>équipage : 3 hommes    | Peut atteindre les plus grandes profondeurs marines<br>La responsabilité de la mise en œuvre scientifique de cet engin a été transférée du CNRS au CNEXO à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 1969. Le bathyscaphe est la propriété de la Marine Nationale |
| Engin sous-marin robot<br>« Épaulard »<br>(premiers essais : 1980)       | Longueur : 4 m<br>Hauteur : 2 m<br>Largeur : 1,1 m<br>Poids dans l'air : 2,9 t         | Peut plonger à 6 000 m<br>Vitesse en plongée : 2 nœuds                                                                                                                                                                                                     |



## CAMPAGNES 1980

### Campagnes du N/O « JEAN CHARCOT »

Au cours de l'année 1980 le N/O « JEAN CHARCOT » a effectué 321 jours de campagne répartis en 14 campagnes :

| Nom de code - Dates et lieux                                            | Durée en jours | Organisateur et Nature de la campagne              |                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| ESCARD 1<br>5 janvier-4 février<br>Méditerranée                         | 34             | CEPM/CNEXO                                         | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »                                        |
| TOULACA<br>24 février-27 mars<br>Transit France - Mexique               | 33             | Transit valorisé                                   | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »                                        |
| SEANOD 801<br>29 mars-6 mai<br>Pacifique Est                            | 39             | AFERNOD                                            | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »                                        |
| SEARISE 1<br>9 mai-8 juin<br>Pacifique                                  | 32             | CNEXO                                              | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »<br>Géophysique - Géochimie<br>Physique |
| SEATOL<br>11 juin-29 juin<br>Pacifique Sud                              | 19             | CEA                                                | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »                                        |
| SEARISE 2<br>2 juillet-30 juillet<br>Pacifique                          | 29             | CNEXO                                              | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »<br>Géophysique - Géochimie<br>Physique |
| GUAPA<br>1 <sup>er</sup> août - 12 août<br>Transit Pacifique - Caraïbes | 13             | CNEXO                                              | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »                                        |
| SEACAR<br>15 août-30 août<br>Caraïbes                                   | 16             | CPEM/CNEXO                                         | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »                                        |
| DEMERABY<br>1 <sup>er</sup> septembre-5 octobre<br>Atlantique           | 35             | CNEXO/CRM<br>(Comité<br>des Recherches<br>Marines) | Biologie - Physique<br>Bathymétrie « SEABEAM »                             |
| SEABED 1<br>9 octobre-1 <sup>er</sup> novembre<br>Atlantique            | 24             | CNEXO/CEA                                          | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »                                        |
| SEABED 2<br>4 novembre-25 novembre<br>Atlantique                        | 22             | CNEXO/CEA                                          | Biologie - Physique<br>Bathymétrie « SEABEAM »                             |
| DESIKADE - THERMOSITE<br>28 novembre-11 décembre<br>Atlantique          | 14             | BRGM/CNEXO                                         | Bathymétrie « SEABEAM »                                                    |
| PANAC<br>12 décembre-19 décembre<br>Pacifique Est                       | 9              | Transit valorisé                                   | Bathymétrie « SEABEAM »                                                    |
| SEANOD 802<br>22 décembre-janvier 1981<br>Pacifique Est                 | 10             | AFERNOD                                            | Géologie<br>Bathymétrie « SEABEAM »                                        |



## Campagnes du N/O « LE SUROÏT »

Au cours de l'année 1980 le N/O « LE SUROÏT » a effectué 186 jours de campagne répartis en 11 campagnes :

| Nom de code - Dates et lieux                                   | Durée en jours | Organisateur et Nature de la Campagne                      |                                              |
|----------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| PROLIG<br>1 <sup>er</sup> mars-30 mars<br>Méditerranée         | 30             | CRM                                                        | Biologie-<br>Hydrobiologie                   |
| ESCYAN<br>2 avril-25 avril<br>Méditerranée                     | 24             | Essais techniques au profit de la Communauté océanologique | Essais « CYANA »                             |
| ÉCOLARD 801<br>7 avril-10 mai<br>Méditerranée                  | 14             |                                                            | Essais « ÉPAULARD »                          |
| ESNAV<br>26 mai-30 mai<br>Méditerranée                         | 5              | Essais techniques                                          | Essais navigation acoustique<br>NAVIS        |
| ESCARDMED 2<br>1 <sup>er</sup> juin-13 juillet<br>Méditerranée | 43             | CEPM/CNEXO                                                 | Campagne « CYANA »<br>(géologie)             |
| FRELYANA<br>15 juillet-23 juillet<br>Méditerranée              | 9              | CNEXO/MARINE<br>NATIONALE                                  | Campagne « CYANA »<br>récupération d'épave   |
| CYMOR 801<br>5 août-18 août<br>Atlantique                      | 14             | CNEXO/CRM                                                  | Campagne « CYANA »<br>géologie               |
| CYMOR 802<br>9 septembre-20 septembre<br>Atlantique            | 12             | CNEXO/CRM                                                  | Campagne « CYANA »<br>géologie               |
| ECOLARD 802<br>22 septembre-7 octobre<br>Atlantique            | 18             | Essais techniques au profit de la communauté océanologique | Essais « ÉPAULARD »                          |
| ECOCYAN<br>10 octobre-19 octobre<br>Méditerranée               | 10             |                                                            | Essais d'instrumentation liés<br>à « CYANA » |
| FRELYANA 2<br>20 octobre-28 octobre<br>Méditerranée            | 9              | MARINE NATIONALE/CNEXO                                     | Campagne « CYANA »                           |

## Campagnes du N/O « CORIOLIS »

Au cours de l'année 1980 le N/O « CORIOLIS » a effectué 89 jours de campagne répartis en 4 campagnes :

| Nom de Code - Dates et lieux                       | Durée en jours | Organisateur et Nature de la campagne |                                      |
|----------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| REVES<br>11 août-23 septembre<br>Océan Indien      | 44             | ORSTOM                                | Biologie des pêches                  |
| CORINDON 1<br>14 octobre-27 octobre<br>Indonésie   | 14             | ORSTOM                                | Géologie<br>coopération indonésienne |
| CORINDON 2<br>29 octobre-12 novembre<br>Indonésie  | 15             | ORSTOM                                | Biologie<br>coopération indonésienne |
| MUSORSTOM<br>18 novembre-3 décembre<br>Philippines | 16             | CRM                                   | Biologie                             |



## Campagnes du N/O « LE NOROIT »

Au cours de l'année 1980 le N/O « LE NOROIT » a effectué 237 jours de campagne répartis en 5 campagnes :

| Nom de Code - Dates et lieux                                             | Durée en jours | Organisateur et Nature de la campagne |                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| NORVEN<br>Novembre 79-13 mai<br>Atlantique Ouest<br>Parages du Venezuela | 134            | BEICIP                                | Affrètement                                                         |
| ECOGINO<br>23 juillet-26 juillet<br>Atlantique                           | 4              | CNEXO                                 | Physique - suivi de la pollution causée par le naufrage du « GINO » |
| HYDROBIOS<br>28 juillet-15 août<br>Manche                                | 19             | CNEXO/CRM                             | Écologie                                                            |
| ETNA<br>29 août-21 septembre<br>Méditerranée                             | 24             | CRM                                   | Géologie                                                            |
| HEAT<br>23 septembre-21 novembre<br>Méditerranée Orientale               | 60             | CRM                                   | Géologie<br>Géophysique                                             |

## Campagnes du N/O « CAPRICORNE »

Au cours de l'année 1980 le N/O « CAPRICORNE » a effectué 154 jours de campagne répartis en 8 campagnes :

| Nom de code - Dates et lieux                                | durée en jours | Organisateur et Nature de la campagne |                                        |
|-------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| MOPRE<br>13 janvier-27 janvier<br>Atlantique Equatorial Est | 15             | ORSTOM                                | Physique<br>Mouillages profonds        |
| ECHOSAR<br>30 janvier-17 février<br>Atlantique              | 31             | ORSTOM                                | Biologie des pêches<br>État des stocks |
| TRANSPLAT<br>21 mars-20 avril<br>Atlantique                 | 31             | CRM                                   | Géologie                               |
| TOURBILLON<br>22 avril-7 mai<br>Atlantique                  | 16             | CNEXO                                 | Physique                               |
| BIOGAS<br>9 mai-23 mai<br>Atlantique                        | 15             | CNEXO                                 | Biologie                               |
| MOPRE<br>8 août-14 août<br>Atlantique Equatorial Est        | 7              | ORSTOM                                | Physique<br>Mouillages profonds        |
| ECHOBAL<br>17 août-25 août<br>Atlantique Equatorial Est     | 9              | ORSTOM                                | Biologie des Pêches<br>État des stocks |
| ECHOSAR<br>27 août-25 septembre<br>Atlantique               | 30             | ORSTOM                                | Biologie des pêches<br>État des stocks |



## Campagnes du N/O « CRYOS »

Au cours de l'année 1980 le N/O « CRYOS » a effectué 168 jours de campagne répartis en 7 campagnes :

| Nom de Code - Dates et lieux                            | Durée en jours | Organisateur et Nature de la campagne |                                                                     |
|---------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| MORUTENE<br>9 janvier-27 février<br>Atlantique Nord     | 50             | ISTPM                                 | Biologie des pêches<br>État des stocks                              |
| ERHAPS<br>2 mars-12 mars<br>Atlantique Nord             | 11             | ISTPM                                 | Biologie des pêches<br>État des stocks                              |
| GITANIO<br>4 avril-12 avril<br>Manche                   | 9              | CNEXO                                 | Écologie : suivi de la pollution sur les épaves du TANIO et du GINO |
| DYNATLANT<br>1 <sup>er</sup> juin-25 juin<br>Atlantique | 25             | CRM                                   | Physique                                                            |
| BIOGAS<br>16 juillet-30 juillet<br>Atlantique           | 15             | CNEXO                                 | Biologie                                                            |
| MARITRANS<br>1 <sup>er</sup> août-13 août<br>Atlantique | 13             | MÉTÉOROLOGIE<br>NATIONALE             | Divers affrètements                                                 |
| ERHAPS<br>23 septembre-11 novembre<br>Atlantique Nord   | 50             | ISTPM                                 | Biologie des pêches<br>État des stocks                              |





## ÉQUIPEMENTS ET AMÉNAGEMENTS

L'année 1980 a notamment été marquée par :

### La refonte du N/O «CORIOLIS»

Fin décembre 1979, le N/O «CORIOLIS» arrivant à Concarneau touchait pour la première fois la France métropolitaine depuis son départ pour la Nouvelle-Calédonie, 16 ans plus tôt. De début janvier à fin juin 1980 ont eu lieu les travaux de refonte du navire qui coïncidaient avec une visite spéciale du Bureau VERITAS pour le maintien de la cote. A ce titre, ont été effectués :

- la visite complète et la remise en état de la coque :
  - mise à nu de la coque par dévaigrage du bordé, des plafonds, des cloisons, démontage des ponts de bois, examen des pieds des cloisons,
  - remplacement de tôles de double-fond et de ponts, mesure des épaisseurs de coque, réfection de pieds de cloisons, vérification des liaisons des ponts et de bordé;
- le débarquement, la visite et la remise en état en atelier de tout l'appareil propulsif.

La refonte proprement dite a porté sur les points suivants :

- remodelage de la plage arrière par suppression des panneaux de cale remplacés par un panneau unique en abord. Mise en place d'un nouveau pont bois comportant de nombreuses fontaines permettant la fixation d'équipements mobiles et l'embarquement d'un conteneur de 10 pieds,
- construction d'une cale à matériel à la place des viviers,
- augmentation de la puissance électrique par remplacement d'un groupe électrogène. La puissance maintenant disponible est de 240 kVA contre 110 kVA à la mise en service du navire, ce qui autorise l'utilisation d'un gros compresseur pour la sismique. Un nouveau tableau électrique permet le couplage de 2 groupes,
- amélioration de la climatisation,
- certains locaux d'habitation et les laboratoires ont été entièrement réaménagés et de nouveaux équipements ont été mis en place : radio téléphonie BLU 800 W, sondeur 2 000 mètres, Fac simulé météo, radiogoniomètre OAR, calculateur embarqué HELWETT PACKARD 9845 avec traceur de courbes et unité à disques, installation de courant régulé 6 kVA, treuil à contact tournant pour bathysonde.

### La transformation du portique arrière du N/O «CRYOS»

L'arrière du N/O «CRYOS» a été transformé en 1980 par les Ateliers et Chantiers de la Manche à Saint-Malo. La structure située sur le pont de pêche au-dessus de la rampe a été rasée et remplacée par 2 éléments situés de part et d'autre de cette rampe.

La nouvelle installation permet le chalutage de fond et le chalutage pélagique avec passage rapide d'un type de pêche à l'autre. Elle est surmontée d'un portique basculant de 5 tonnes destiné aux opérations de mise à

l'eau de matériels dont des carottiers de divers types. Des renvois sur le pont de pêche permettent l'utilisation du portique même avec un conteneur laboratoire sur le pont.

Le nouveau portique a été utilisé lors du transit du N/O «CRYOS» de métropole à Saint-Pierre et Miquelon pour mettre à l'eau des bouées automatiques pour le compte de la Météorologie Nationale.

Par ailleurs, deux potences basculantes ont également été installées pour la pêche dans les zones de glace. Elles servent à descendre les funes dans la rampe afin que celles-ci entrent dans l'eau dans le sillage libre de glace du bateau.



### Le couplage des systèmes de navigation intégrée et du système «SEABEAM» à bord du N/O «JEAN CHARCOT»

A partir d'un «logiciel de contourage» qui permet de tracer les contours bathymétriques développé à Brest par le BNDO, deux nouveaux systèmes ont été mis en place sur le N/O «JEAN CHARCOT» :

#### Temps réel «SEABEAM»

Le couplage des informations de navigation et des données provenant du sondeur multifaisceaux «SEABEAM» permet d'obtenir une représentation de la morphologie du fond plus vraie que le tracé fourni par l'équipement d'origine qui n'intègre pas les variations de cap.

La précision de ce «produit» reste toutefois limitée par la précision de la navigation en temps réel.

#### «Rejeu» «SEABEAM»

Le système permet de remédier à l'imprécision de la navigation en temps réel.



Les données du sondeur « SEABEAM » sont couplées avec les informations de navigation corrigées en temps différé, ce qui permet d'obtenir, avec un décalage de quelques heures, un tracé automatique de carte « SEABEAM » pratiquement définitif.

## 2. MOYENS A TERRE

### AMÉNAGEMENTS DU CENTRE OCÉANOLOGIQUE DE BRETAGNE (COB)

L'année 1980 a été celle de la mise en construction de trois bâtiments au COB :

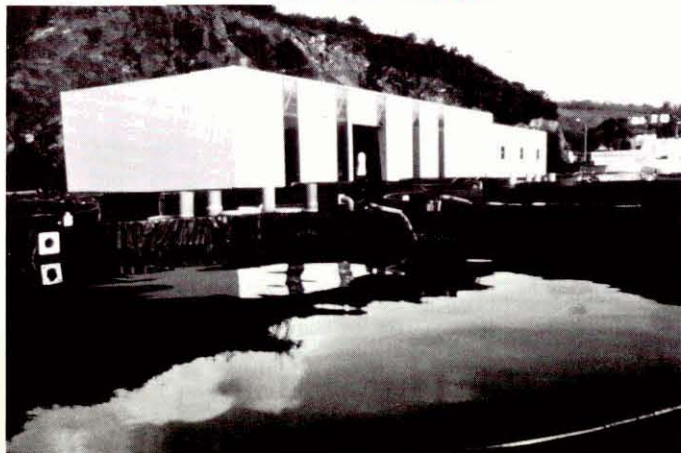
- un bâtiment destiné au CEDRE et au laboratoire de chimie des pollutions du COB.

Ce bâtiment qui comportera des bureaux et des laboratoires de recherche représentera 1 250 m<sup>2</sup> de surface utile sur deux niveaux. La mise en service est prévue pour la fin février 1981;

- un bâtiment léger construit par la filiale FRANCE-AQUACULTURE d'une superficie de 100 m<sup>2</sup>, comportant différents bureaux et un laboratoire;
- un hall d'aquaculture (370 m<sup>2</sup>) sur le terre-plein de la jetée, destiné aux poissons géniteurs, afin de permettre leur stabulation, maturation sexuelle et ponte, dans des conditions bien contrôlées. Sa mise en service est prévue pour avril 1981.

Le vendredi 20 juin 1980 s'est déroulé une journée « Portes Ouvertes aux Professionnels ». Environ 250 « professionnels » (aquaculteurs, pêcheurs, industriels, banquiers, journalistes) répondant à l'invitation du COB se sont pressés autour des différents pôles du Centre où chercheurs, ingénieurs et techniciens répondaient à leurs questions.

*Vue générale du hall d'aquaculture en cours d'achèvement à la station Sainte-Anne sur le môle du COB.*



Le jour suivant, près de 6 000 visiteurs de Brest et des environs ont pu visiter le Centre et se rendre compte de ses activités.

### ACHÈVEMENT DE LA BASE OCÉANOLOGIE DE MÉDITERRANÉE (BOM)

De 1975 à 1977, la Base Océanologique de Méditerranée (implantée en 1971) a été partiellement construite par tranches successives sur les terre-pleins remblayés sur la mer dans le nouveau port de Brégaillon et réalisés pour le compte du CNEXO par la Chambre de Commerce de Toulon. Ont ainsi été mis en service les magasins, un hall de montage pour les sous-marins et des installations techniques. L'achèvement de la Base comprenant la construction d'un bâtiment devant abriter des bureaux, des laboratoires et des locaux sociaux a été réalisée en 1980.

La BOM comprend actuellement :

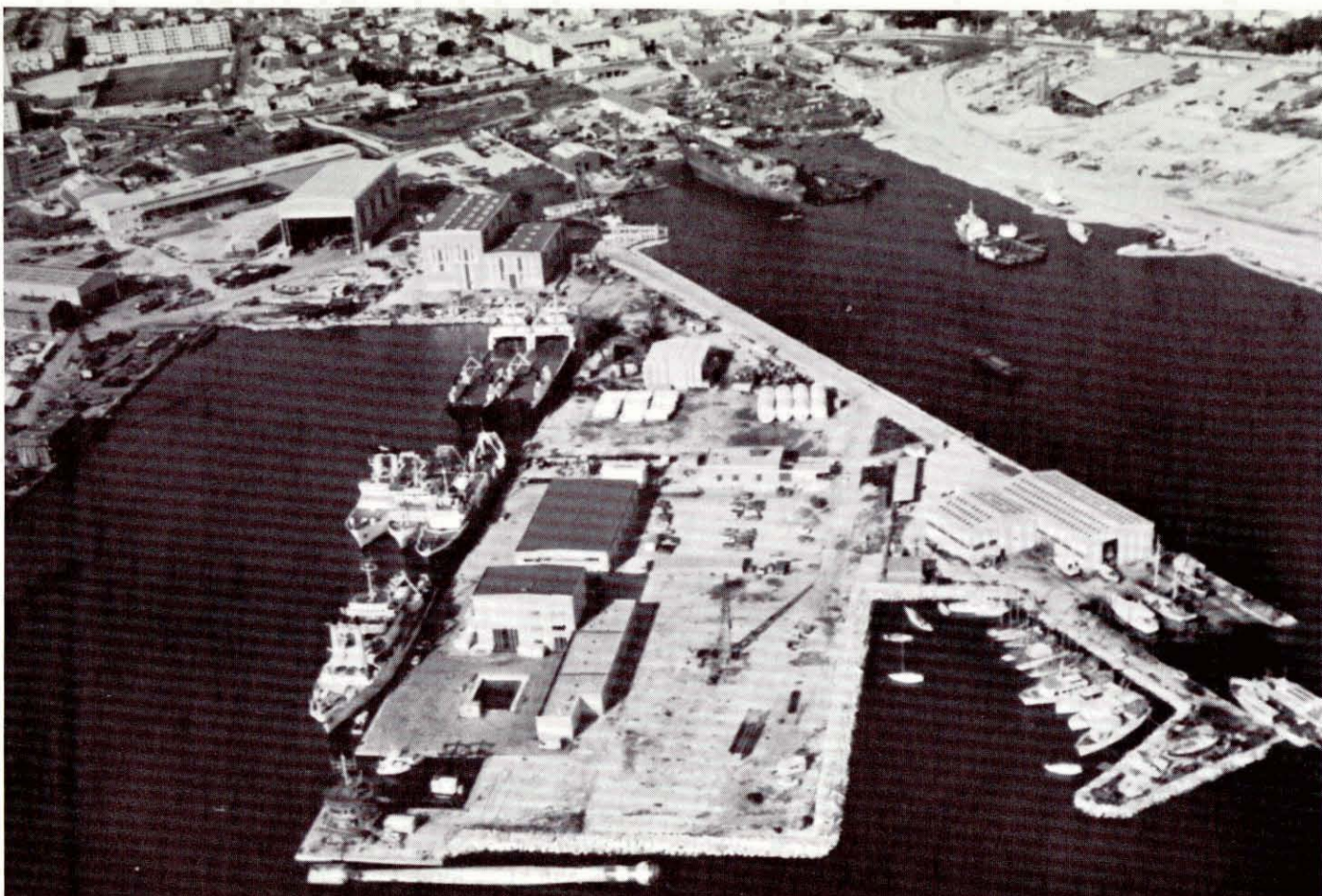
- des équipes du CNEXO :
  - le STEP (Service Technique des Equipements Profonds),
  - l'URDA/Sud (Unité Régionale pour le Développement de l'Aquaculture),
  - les services administratifs et financiers,
  - les services généraux;
- des antennes :
  - le service armement des engins qui dépend de la filiale du CNEXO, GENAVIR,
  - une équipe du Laboratoire d'Océanographie Physique du MNHN,
  - une équipe universitaire de l'Université de Toulon,
  - une équipe du CEA dépendant du Centre Nucléaire de Cadarache et faisant de la radio-écologie marine,
  - une équipe du CRM assurant la gestion des navires côtiers;
- des stations confiées à FRANCE-AQUACULTURE :
  - la station DEVA/Sud avec son éclosier de crevettes et de loups à Palavas,
  - la ferme d'aquaculture de Pinia, spécialisée dans l'élevage du loup, dont la première tranche est réalisée.

### AMÉNAGEMENT DU CENTRE OCÉANOLOGIQUE DU PACIFIQUE (COP)

En 1980, la construction du Centre s'est achevée avec la mise en service de la cafétéria au début du mois de juillet.

Cette installation s'inscrit dans le cadre de l'effort qui a porté ces deux dernières années sur l'amélioration des installations d'accueil du COP.





*Vue aérienne des installations de la BOM.*

*Installations du COP.*





### 3. INFORMATIQUE

Le rôle du Service d'Exploitation des Ordinateurs installé au COB est double :

- assurer la gestion et l'évolution des moyens communs grâce à une organisation d'exploitation facilitant l'accès simultané d'un maximum d'utilisateurs,
- favoriser une harmonisation des systèmes répartis décentralisés (environ une trentaine d'unités centrales, mini ou micro ordinateurs) au niveau de leurs acquisition et de la mise en place des systèmes d'exploitation compatibles avec les moyens communs.

L'année 1980 a été marquée par l'aboutissement de plusieurs actions entreprises en 1979. Ces actions concernent l'exploitation des moyens communs, leur développement et la réalisation ou la mise en place de logiciels de base généraux. En matière de logiciels d'applications d'aide à la gestion de l'établissement, l'effort entrepris en 1979 dans la rénovation de logiciels pour la gestion du personnel et de la comptabilité décentralisée s'est matérialisé par le démarrage de plusieurs nouvelles chaînes d'exploitation. Enfin, un laboratoire de traitement numérique d'images a été mis en place en 1980. Ce laboratoire existait précédemment à l'état embryonnaire et utilisait des moyens informatiques conventionnels. Il s'est doté en 1980 de moyens spécifiques puissants utilisant la couleur et pouvant exécuter des traitements d'images en temps réel.

#### DÉVELOPPEMENT DES MOYENS COMMUNS ET DE L'INFORMATIQUE DE GESTION

Les moyens informatiques communs qui ont fait l'objet d'une exploitation intensive ont évolué en 1980. En ce qui concerne l'ordinateur IRIS 80, mis en place en 1979, la capacité disque a été portée à 2,1 milliards d'octets. Remplaçant les anciens coupleurs, un mini-ordinateur FRONTAL gère désormais le réseau Téléinformatique en local ou à distance via le réseau national de transmission de données TRANSPAC. En ce qui concerne les mini-ordinateurs, quelques périphériques ont complété les configurations en place. Ont également été réalisées :

- la mise en place d'un nouveau moniteur d'exploitation sur les systèmes HEWLETT-PACKARD,
- la réalisation d'un logiciel interactif de décodage et d'analyse de cassettes SEA DATA,
- l'implantation sur IRIS 80 et sur mini-ordinateurs du logiciel graphique EASY GRAPHING,
- la création de plusieurs logiciels d'aide à l'exploitation de l'IRIS 80.

En matière d'informatique de gestion :

- la nouvelle chaîne de gestion du personnel et de paie a démarré avec ponctualité et fiabilité,
- il en est de même pour les systèmes de comptabilité décentralisée au siège et à la BOM.

#### Volume des activités d'exploitation

Pour l'ordinateur IRIS 80, le nombre d'heures d'utilisation effective est passé de 3 000 à 3 250 (une augmentation de charge par machine de 8 % entre 1979 et 1980). Le gain de productivité réelle est en fait très supérieur à ce chiffre en raison d'une généralisation de l'emploi en temps partagé de cet ordinateur, dont la vitesse est supérieure d'environ 25 à 30 % par rapport à la machine précédente.

Pour les autres moyens communs, le nombre d'heures d'utilisation est le suivant :

- 2 147 heures pour l'ordinateur HP 21MX/M,
- 2 791 heures pour l'ordinateur HP 21MX/F,
- 630 heures pour l'ordinateur IBM 1130,
- 1 458 heures pour les traceurs BENSON.

En ce qui concerne les ordinateurs HP 21MX, un nombre de plus en plus grand de personnes peuvent travailler simultanément, ce qui correspond à un meilleur rendement de l'heure-ordinateur.

#### MISE EN PLACE D'UN LABORATOIRE DE TRAITEMENT NUMÉRIQUE D'IMAGES

Au cours des dernières années des besoins en traitements numériques d'images sont apparus progressivement au COB, en particulier en ce qui concerne les images appliquées aux prises de vues sous-marines, la présentation sous forme d'image de modèles divers (salinité, turbidité par exemple).

Aussi en 1979 et en 1980, un mini-ordinateur HEWLETT-PACKARD 21MX/F a-t-il été mis en place. La configuration de cet ordinateur est orientée vers le traitement d'images, les moyens de visualisation étant une imprimante-traceur électrostatique et des traceurs rapides à plumes. Un logiciel modulaire interactif simple d'emploi (ANAIM) a été développé pour répondre à l'ensemble des besoins évoqués ci-dessus. Grâce à sa structure, il peut prendre en compte facilement n'importe quel type de traitements nouveaux applicables à une image.

Mais, au fur et à mesure que certains de ces besoins se sont précisés, le Service a étudié la mise en place d'un système interactif de traitement en temps réel d'image avec entrée-sortie vidéo et visualisation couleur, système qui est actuellement en cours de mise en place. Il est prévu de relier ce système à l'ordinateur HP 21MX. Acquis dans le cadre de l'étude de l'amélioration de prises de vues sous-marines, il sera possible à brève échéance d'utiliser ce système également pour les applications relevant de la télédétection.

Le COB est ainsi désormais doté d'un véritable laboratoire de traitement numérique d'images performant, apte à répondre aux besoins de plus en plus nombreux.



## 4. QUESTIONS DE PERSONNEL

### EFFECTIFS

Les effectifs budgétaires autorisés au 31 décembre 1980 étaient de 467 agents dont 229 cadres de 238 non cadres.

### INSTAURATION D'UN RÉGIME DE TRAVAIL A TEMPS PARTIEL

Le CNEOX a institué en 1980 deux régimes de travail à temps partiel : le régime à mi-temps et le travail 4/5 de temps. Chacun de ces régimes peut être accordé aux agents du CNEOX pour des raisons familiales sur décision de la Direction du CNEOX après avis des Chefs de Service concernés et d'une Commission Paritaire.

Tout agent ayant un contrat de travail avec le CNEOX et ayant l'ancienneté nécessaire peut formuler une telle demande dès lors que des raisons familiales existent à savoir :

- élever un ou plusieurs enfants à charge de moins de 12 ans,
- soigner un enfant atteint d'une infirmité exigeant des soins réguliers,
- assister un conjoint, un enfant ou un ascendant si leur état de santé nécessite la présence d'une tierce personne.

En 1980, neuf agents du CNEOX ont bénéficié de ce régime (huit à 4/5 de temps et un à mi-temps).



### EFFECTIFS AUTORISÉS EN 1980

| Effectifs autorisés | Effectifs budgétaires |            |       | Hors statut intégrés |            |       | Intégrations D.G.R.S.T. |            |       | Total  |            |       |
|---------------------|-----------------------|------------|-------|----------------------|------------|-------|-------------------------|------------|-------|--------|------------|-------|
|                     | Cadres                | Non cadres | Total | Cadres               | Non cadres | Total | Cadres                  | Non cadres | Total | Cadres | Non cadres | Total |
| SIÈGE               | 59                    | 42         | 101   | —                    | 3          | 3     | —                       | —          | —     | 59     | 45         | 104   |
| C.O.P.              | 125                   | 141        | 265   | 2                    | 8          | 10    | 13                      | 6          | 19    | 140    | 155        | 295   |
| B.O.M.              | 13                    | 20         | 33    | 1                    | —          | 1     | —                       | —          | —     | 14     | 20         | 34    |
| C.O.P.              | 16                    | 18         | 34    | —                    | —          | —     | —                       | —          | —     | 16     | 18         | 34    |
| Total               | 213                   | 221        | 434   | 3                    | 11         | 14    | 13                      | 6          | 19    | 229    | 238        | 467   |



## 5. COMPTE FINANCIER DE L'EXERCICE 1980

### RÉSULTATS DE L'EXERCICE 1980

La dotation budgétaire de fonctionnement attribuée par l'État au Centre National pour l'Exploitation des Océans au titre de l'exercice 1980, soit 164,57 millions de francs, est en augmentation de 24,24 millions de francs soit 17,2 %, par rapport à celle de l'exercice 1979. Les ressources propres de fonctionnement du Centre se sont élevées à 22,04 millions de francs.

Les dépenses : 184,72 MF se répartissent comme suit :

- frais de personnel, charges et impôts ..... 40,9 %
- fonctionnement CNEXO ..... 23,9 %
- gestion des ensembles communs ..... 35,2 %

En ce qui concerne la subvention d'investissement, les autorisations de programme attribuées en 1980 s'élèvent à 75,42 millions de francs contre 70,96 millions en 1979 soit + 4,46 contre 4,50 MF en 1979.

Cette dotation ne permet donc pas de renverser la tendance régressive régulière observée depuis 1974 en ce qui concerne les crédits d'investissement de l'Etablissement. Si le début des années 1970 a été marqué par un effort d'investissements exceptionnel, il reste que la poursuite d'une telle tendance régressive deviendrait préoccupante.

Les ressources propres d'investissement ont atteint 9,09 millions de francs. Les reports de 1979 représentent 3,72 MF.

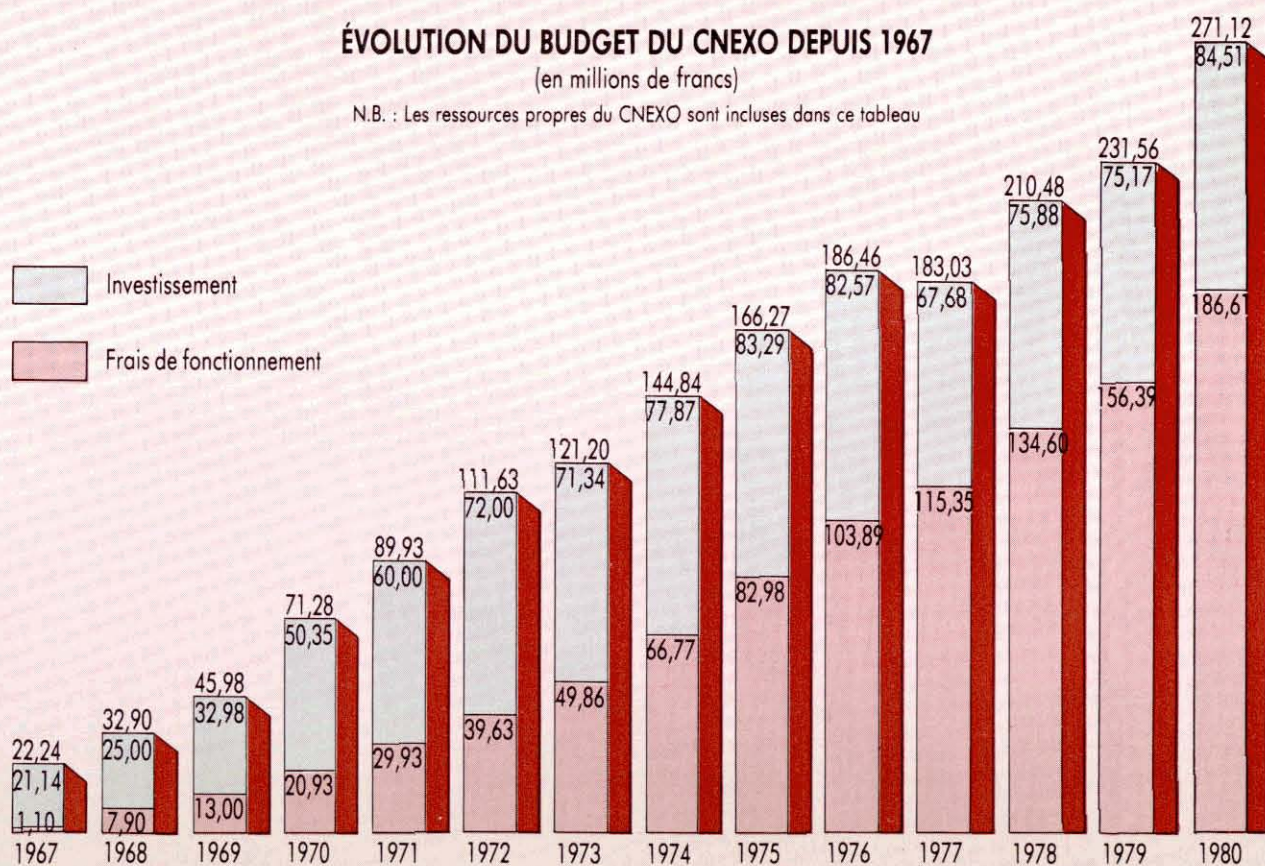
Les engagements de dépenses, 90,82 MF, se répartissent comme suit :

- ligne A (connaissance et exploitation des océans) 59,6 %,
- ligne B (moyens à la mer) 17,9 %,
- ligne C (constructions et équipements immobiliers) 15,0 %,
- ligne D-E (coopération internationale et prêts au personnel),
- ligne F (informatique) 7,5 %.

### ÉVOLUTION DU BUDGET DU CNEXO DEPUIS 1967

(en millions de francs)

N.B. : Les ressources propres du CNEXO sont incluses dans ce tableau





## 1. BUDGET

### A. Attributions budgétaires

|                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| 1. Fonctionnement                   |                |
| Subvention d'exploitation .....     | 164 573 956,00 |
| 2. Investissements                  |                |
| a) Autorisations de programme ..... | 75 415 946,00  |
| b) Crédits de paiement .....        | 68 145 964,00  |

### B. Recettes de l'organisme

|                                                 |               |
|-------------------------------------------------|---------------|
| 1. Fonctionnement                               |               |
| Produits accessoires .....                      | 8 170 425,13  |
| Recettes diverses .....                         | 3 596 722,18  |
| Recettes de gestion des ensembles communs ..... | 10 271 191,81 |
|                                                 | 22 038 339,12 |
| 2. Investissements                              |               |
| a) Autorisations de programme .....             | 9 093 754,25  |
| b) Crédits de paiement .....                    | 9 135 991,80  |

Par rapport à 1979 les dotations budgétaires d'investissements se situent comme suit :

#### 1. Autorisations de programme

|                         | 1979       | 1980       | Différence  |
|-------------------------|------------|------------|-------------|
| Subvention d'État ..... | 70 967 000 | 75 415 964 | + 4 448 964 |

#### 2. Crédits de paiement

|                                                               | 1979       | 1980       | Différence  |
|---------------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|
| • Subvention d'État (mesures nouvelles) .....                 | 18 086 000 | 25 264 964 | + 7 178 964 |
| • Crédits de paiement de la subvention d'État précédente .... | 49 530 000 | 42 881 000 | - 6 649 000 |

|             |            |            |           |
|-------------|------------|------------|-----------|
| Total ..... | 67 616 000 | 68 145 964 | + 529 964 |
|-------------|------------|------------|-----------|

#### Hors budget

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| Opérations de ressources affectées ..... | 36 405 503,77 |
|------------------------------------------|---------------|



## 2. BILAN

| Actif                                              | Montant brut   | Amortissements<br>et dépréciation | Montant net    | Totaux partiels |
|----------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| <i>Frais d'établissement</i>                       | 156 974 75     | 156 974 75                        |                |                 |
| <i>Immobilisations</i>                             |                |                                   |                | 373 268 479,21  |
| 210 Terrains .....                                 | 1 333 779,03   |                                   | 1 333 779,03   |                 |
| 212 Constructions .....                            | 91 642 617,99  | 9 366 293,83                      | 82 276 324,16  |                 |
| 213 Unités Complexes Spécialisées .....            | 109 321 178,95 | 62 009 656,77                     | 47 311 522,18  |                 |
| 214 Matériels Outillages Instruments Scientifiques | 130 105 304,47 | 79 439 072,85                     | 50 666 231,62  |                 |
| 215 Matériels de Transports .....                  | 2 093 125,61   | 1 208 469,28                      | 884 656,33     |                 |
| 216 Autres Immobilisations Corporelles .....       | 36 985 467,40  | 24 949 924,87                     | 12 035 542,53  |                 |
| 217 Immob. Corporelles à Caractère Spécifique..    | 22 940 055,34  | 17 394 985,83                     | 5 545 069,51   |                 |
| 218 Immobilisations Incorporelles .....            | 262 346 622,31 | 262 207 952,31                    | 138 670,00     |                 |
| 219 Collections .....                              | 2 145 045,99   | 2 141 851,71                      | 3 194,28       |                 |
| 23 Immobilisations en Cours .....                  | 173 073 489,57 |                                   | 173 073 489,57 |                 |
|                                                    | 832 143 661,41 | 458 875 182,20                    | 373 268 479,21 |                 |
| <i>Autres valeurs immobilières</i>                 |                |                                   |                | 17 785 289,17   |
| 25 Prêts et Avances à plus d'un an .....           |                |                                   | 10 647 082,46  |                 |
| 26 Parts dans des Organismes Divers .....          |                |                                   | 7 011 720,00   |                 |
| 27 Dépôts et Cautionnements .....                  |                |                                   | 126 486,71     |                 |
| <i>Stocks</i>                                      |                |                                   |                | 1 019 206,78    |
| 31 Matières Premières .....                        |                |                                   | 137 524,06     |                 |
| 32 Matières Consommables .....                     |                |                                   | 881 682,72     |                 |
| <i>Valeurs réalisables à court terme</i>           |                |                                   |                | 28 534 033,29   |
| 108 Avances à Fournisseurs .....                   |                |                                   | 233 935,47     |                 |
| 42 Personnel .....                                 |                |                                   | 84 517,48      |                 |
| 46 Débiteurs Divers .....                          |                |                                   | 11 749 684,28  |                 |
| 485 Produits à Percevoir .....                     |                |                                   | 13 325 630,63  |                 |
| 49 Comptes d'Attente à Régulariser .....           |                |                                   | 65 373,84      |                 |
| 51 Prêts à Court Terme .....                       |                |                                   | 1 074 899,71   |                 |
| 55 Titres de Placement .....                       |                |                                   | 1 999 991,88   |                 |
| <i>Valeurs disponibles</i>                         |                |                                   |                | 27 169 666,86   |
| 54 Chèques à l'Encaissement .....                  |                |                                   | 10 189,50      |                 |
| 562 Banques .....                                  |                |                                   | 2 972 020,03   |                 |
| 565 Chèques Postaux .....                          |                |                                   | 7 420 845,87   |                 |
| 567 Caisse de Dépôts .....                         |                |                                   | 1 255 292,51   |                 |
| 568 Compte au Trésor .....                         |                |                                   | 15 249 133,08  |                 |
| 57 Caisse .....                                    |                |                                   | 11 394,66      |                 |
| 58 Comptables Secondaires - Régisseurs .....       |                |                                   | 250 791,21     |                 |
|                                                    |                | Total                             |                | 447 776 675,31  |



| Passif                                                                     | Montant                             | Totaux partiels      |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| <i>Capitaux propres</i> .....                                              |                                     | 3 341 794,80         |
| 1050 Dotation .....                                                        | 26 357 760,00                       |                      |
| 1052 Subvention d'Équipement .....                                         | <u>1 628 025,76</u>                 |                      |
|                                                                            | 27 985 785,76                       |                      |
| 1059 Dépréciation de la Dotation .....                                     | 24 643 990,96                       |                      |
| <i>Réserves</i> .....                                                      |                                     | 6 076 067,52         |
| 114 Réserve des Services Spéciaux<br>(Gestion des Ensembles Communs) ..... | 2 199 654,85                        |                      |
| 115 Réserve Facultative .....                                              | <u>3 876 407,67</u>                 |                      |
| Situation Nette avant Résultat .....                                       | 9 417 857,32                        |                      |
| <i>Subvention d'investissement</i> .....                                   |                                     | 392 321 226,16       |
|                                                                            | <u>Reçues      Inscrites à P.P.</u> |                      |
| 1411 État .....                                                            | 440 490 378,29                      |                      |
| 1414 Collectivités et Établissements Publics .....                         | 29 629 594,67                       |                      |
| 1416 Organismes Privés .....                                               | <u>3 835 631,01</u>                 |                      |
|                                                                            | 473 955 603,97                      | 81 634 377,81        |
| <i>Dettes à court terme</i> .....                                          |                                     | 43 878 778,41        |
| 407 Retenues et Oppositions sur Travaux et Fournitures .....               | 82 695,54                           |                      |
| 427 Oppositions ou Cessions .....                                          | 3 026,87                            |                      |
| 43 État .....                                                              | 1 423 269,06                        |                      |
| 463 Organismes de Sécurité Sociale .....                                   | 2 290 797,37                        |                      |
| 467 Crédoeurs Divers .....                                                 | 4 302 524,43                        |                      |
| 470 Charges à Payer .....                                                  | 7 042 735,25                        |                      |
| 475 Ressources Affectées .....                                             | 26 296 617,85                       |                      |
| 49 Comptes d'Attente à Régulariser .....                                   | 1 057 944,06                        |                      |
| 52 Effets à Payer .....                                                    | <u>1 379 267,98</u>                 |                      |
| <i>Excédent de l'exercice</i> .....                                        |                                     | 2 158 813,42         |
|                                                                            |                                     | Total 447 776 675,37 |



### 3. COMPTE DE PERTES & PROFITS

#### Dépenses

| N° Comptes | Intitulés de comptes                        | Montant dépenses     |
|------------|---------------------------------------------|----------------------|
| 870        | Résultat d'exploitation de l'exercice ..... | 71 181 592,84        |
| 872        | Pertes sur exercices antérieurs .....       | 268 151,59           |
| 874        | Pertes exceptionnelles                      |                      |
|            | Réalizations d'immobilisations .....        | 190 657,77           |
|            | Différences de change .....                 | 298 072,75           |
|            | Pertes exceptionnelles diverses .....       | 4 104,30             |
|            | Excédent de l'exercice .....                | 2 158 813,42         |
|            |                                             | <u>74 101 392,67</u> |

### 4. COMPTES D'EXPLOITATION

#### Dépenses

| N° Comptes | Intitulés des comptes                            | Montant dépenses      |
|------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
|            | Stocks en Début Exercice .....                   | 752 052,78            |
| 60         | Achats .....                                     | 909 441,67            |
| 61         | Frais de personnel .....                         | 70 146 269,02         |
| 62         | Impôts et taxes .....                            | 6 573 350,98          |
| 63         | Travaux fournitures et services extérieurs ..... | 30 873 260,90         |
| 64         | Transports et déplacements .....                 | 4 452 576,60          |
| 65         | Emploi de ressources affectées .....             | 36 405 503,77         |
| 66         | Frais divers de gestion .....                    | 6 124 771,51          |
| 67         | Frais financiers .....                           | 11 723,78             |
| 68         | Dotation aux amortissements .....                | 70 964 302,45         |
|            |                                                  | <u>227 213 253,46</u> |
| 694        | Gestion des ensembles communs .....              | 64 868 254,83         |
|            | Totaux .....                                     | <u>292 081 508,29</u> |



|            |                                                                          | Recettes            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| n° Comptes | Intitulés de comptes                                                     | Montant recettes    |
| 872        | Profits sur exercices antérieurs .....                                   | 864 094,71          |
| 874        | Profits exceptionnels                                                    |                     |
|            | Réalizations d'immobilisations .....                                     | 1 861 721,78        |
|            | Différences de change .....                                              | 11 842,63           |
|            | Profits exceptionnels divers .....                                       | 399 431,10          |
| 877        | Profits résultant de subventions d'investissement (amortissements) ..... | 70 964 302,45       |
|            |                                                                          | <hr/> 74 101 392,67 |

|              |                                                | Recettes             |
|--------------|------------------------------------------------|----------------------|
| N° Comptes   | Intitulés des comptes                          | Montant recettes     |
|              | Stocks en Fin Exercice .....                   | 1 019 206,78         |
| 70           | Ventes de marchandises et produits finis ..... | 214 772,72           |
| 71           | Subventions d'exploitation .....               | 109 862 656,00       |
| 75           | Ressources affectées .....                     | 36 405 503,77        |
| 76           | Produits accessoires .....                     | 8 170 425,13         |
| 77           | Produits financiers .....                      | 244 859,24           |
|              |                                                | <hr/> 155 917 423,64 |
| 794          | Gestion des ensembles communs .....            | 64 982 491,81        |
|              | Déficit de gestion .....                       | 71 181 592,84        |
|              |                                                | <hr/>                |
| Totaux ..... |                                                | 292 081 508,29       |







# Annexe 1

## STRUCTURES DU CNEXO

### COMITÉ DE L'Océanologie

#### *Président du Comité.*

M. Aymar ACHILLE-FOULD, Président de la Mission Interministérielle de la Mer.

#### *Vice-Président*

M. Gérard PIKETTY, Président du CNEXO.

#### *Ministères et Représentants*

*Ministre du Commerce Extérieur :* M. Jacques DUCHEMIN, Expert Ferroviaire, Ingénieur Principal SNCF.

*Ministre des Affaires Étrangères :* M. Yves JACQUES, Chef du Service des Affaires Scientifiques.

*Ministère de la Défense :* M. l'Ingénieur Général Marc-Marie EYRIES, Directeur du SHOM.

*Ministère de la Coopération :* M. Patrice ROEDERER, Sous-Directeur de la Recherche Scientifique.

*Ministère de l'Économie :* M. Henri BAQUIAST., Sous-Directeur à la Direction du Trésor.

*Ministère du Budget :* M. Jean-Marie FABRE, Administrateur civil.

*Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie :* M. Thierry CHAMBOLLE, Directeur de la Prévention des Pollutions.

*Ministère des Universités :* M. le Professeur Jean DERCOURT, Délégué à la Recherche Fondamentale en Océanologie.

*Ministère de l'Agriculture :* M. Jean RENARD, Ingénieur Général du GREF.

*Ministère de l'Industrie :* M. Jean-Pierre CAPRON, Directeur des hydrocarbures. M. Jean-Pierre RODIER, Chef du Service des matières premières et du sous-sol. M. Claude PIERRE, Délégué à l'Innovation et la Technologie.

*Ministère des Transports :* M. Christian BROSSIER, Directeur des Pêches.

*Secrétariat d'État auprès du Premier Ministre (Recherche) :* M. Claude FREJACQUES, Directeur de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique; M. Jean-Max de LAMARE, chargé de mission à la DGRST.

*Secrétariat d'État auprès du Ministre de l'Intérieur (Départements et Territoires d'Outre-Mer) :* M. Daniel GAUFFRE, Chef de la Mission Mer.

*Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale :* M. Bertrand CUNY, Directeur.

*Mission Interministérielle de la Mer :* M. Philippe TENNESON, Secrétaire Général. M. André BRIN, Chargé de Mission pour les Affaires Industrielles.

### CONSEIL D'ADMINISTRATION DU CNEXO AU 31.12.1980

#### *Président*

M. Gérard PIKETTY

#### *Membre de Droit*

M. Jean-Marie FABRE, Administrateur civil à la Direction du Budget.

#### *Membres*

M. Christian BROSSIER, Directeur des Pêches Maritimes au Ministère des Transports.

M. Jean-Pierre CAPRON, Directeur des Hydrocarbures au Ministère de l'Industrie.

M. Thierry CHAMBOLLE, Directeur de la Prévention des Pollutions au Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.

M. Gérard CHAUCHAT, Président Directeur Général des Chantiers de France-Dunkerque.

M. Jean DERCOURT, Professeur à l'Université de Paris VI, Délégué à la Recherche Fondamentale en Océanologie au Ministère des Universités.

M. Pierre GERMES, Directeur de l'Exploration et de la Production à la Compagnie Française des Pétroles.

M. Yves JACQUES, Chef du Service des Affaires Scientifiques de la Direction Générale des Relations Culturelles au Ministère des affaires Étrangères.

M. Claude MAURIN, Directeur de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes.

M. Claude FREJACQUES, Directeur de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.

M. Jean TOUFFAIT, Directeur Technique des Constructions Navales au Ministère de la Défense.

M. François de WISSOCQ, Directeur Général de l'Énergie et des Matières Premières au Ministère de l'Industrie.

#### *Commissaire du Gouvernement*

M. Claude PIERRE, Délégué à l'Innovation et la Technologie au Ministère de l'Industrie.

#### *Contrôleur d'État*

M. Paul SCHWALL.

### PRÉSIDENCE DIRECTION GÉNÉRALE

#### *Président Directeur Général*

M. Gérard PIKETTY.

#### *Cabinet*

Directeur : M. Claude RIFFAUD.

Adjoint : M. Olivier BRESARD.

#### *Délégué du CNEXO pour la Méditerranée*

M. Jean de CHAZEUX.

#### *Délégué du CNEXO pour le Pacifique*

M. Bruno CHOMEL DE VARAGNES.

Conseiller scientifique : M. Alain MICHEL.

Chargé de mission : M. Daniel DUSSERT (Nouvelle-Calédonie).

#### *Délégué aux Relations Internationales*

M. Robert LEANDRI.

Adjoint : M. Francis MARAZANOF.

#### *Délégué à l'Information*

M. Claude BENOIT.

Adjoint : Mlle France MARSAULT.

#### *Agent comptable central*

Directeur des Services Centraux de Comptabilité :

M. Claude BLEMONT.



## DIRECTION DE LA PROGRAMMATION ET DE LA COORDINATION

Directeur : M. Lucien LAUBIER.

- *Division « Ressources de l'Océan »* : M. Jacques DEBYSER.
- *Service « Biologie et Ressources Vivantes »* : M. Patrick ERNOULT.
- *Service « Géologie-Géophysique et Ressources minérales »* : M. Jacques DEBYSER et M. Jean-Pierre LENOBLE.
- *Service « Protection de l'Environnement »* : M. Pierre NOUNOU.
- *Service « Environnement Physique et Climatique »* : M. Jean-Louis HYACINTHE.
- *Division « Planification et Prospective »* : M. Jean-Paul GUITTON.
- *Bureau des Bilans Scientifiques et Techniques* : M. Guy P. de SAINT-MAUR.

Chargés de mission auprès du Directeur

M. Gaëtan STANISLAS, pour la programmation des moyens lourds.

M. Michel LEBLANC, pour les questions d'environnement et d'aménagement littoral.

## DIRECTION DE LA TECHNOLOGIE ET DES RELATIONS INDUSTRIELLES

Directeur : M. Jean-Claude PUJOL.

- *Service « Technologies associées à l'Exploitation des Ressources Minérales »* : M. Jean-Pierre LENOBLE.
- *Service « Interventions et Travaux Sous-Marins »* : M. Dominique GIRARD.
- *Service « Énergie »* : M. Philippe MARCHAND.
- *Service « Équipements »* : M. Paul VITUREAU.

## DIRECTION DE LA FLOTTE OCÉANOLOGIQUE

Directeur : M. Alain SCIARD.

Adjoint : M. Guy GIRARD.

- *Service des Opérations Navales* : M. Jean-Pierre de LONGUEAU SAINT-MICHEL.
- *Service des Constructions Navales et Équipements* : M. Guy GIRARD.

## DIRECTION FINANCIÈRE ET ADMINISTRATIVE

Directeur : M. Philippe GRAFTIEAUX.

Adjoint : Mlle Nelly PIERRET.

- *Service du Personnel* : Mlle Nelly PIERRET.
- *Service de Gestion financière* : M. Roger DESMETTRE.
- *Service Financier Économique et Commercial* : M. Régis TOUSSAINT.
- *Service Juridique et des Contrats* : M. Michel STAHLBERGER.

## CENTRE OCÉANOLOGIQUE DE BRETAGNE

Directeur : M. Jean VICARIOT.

Adjoint : M. Francis BESSE.

- *Département « Biologie, Aquaculture, Pêche »* : M. Albert VAILLANT.
- *Département « Géologie, Géophysique et Géochimie Marines »* : M. Guy PAUTOT.
- *Département « Environnement Littoral et Gestion du Milieu Marin »* : M. Jean-Louis MAUVAIS.
- *Département « Études Océaniques »* : M. François MADELAIN.
- *Département « Technologie et Développement Industriel »* : M. François DREYER.
- *Bureau National des Données Océaniques* : Mlle Marthe MELGUEN.
- *Département Administratif et Financier* : M. Bernard TEINTURIER.
- *Services Généraux* : M. Charles DEYRES.
- *Service « Exploitation des Ordinateurs »* : M. François LE VERGE.

## BASE OCÉANOLOGIQUE DE MEDITERRANÉE

Directeur : M. Jean de CHAZEUX

- *Service Technique des Équipements Profonds* : M. Bernard GRANDVAUX.
- *URDA/SUD* : M. Pierre ROUZAUD.
- *Service Administratif et Financier* : M. André THIBAUT.
- *Travaux et Services Généraux* : M. André VAILLANT.

## CENTRE OCÉANOLOGIQUE DU PACIFIQUE

Directeur : M. Bruno CHOMEL DE VARAGNES.

- *Opérations Ressources vivantes* : M. Alain MICHEL.
- *Service Administratif et Financier* : M. Jean MABILAT.
- *Service logistique* : M. Bernard GUILLE.

## GROUPEMENT D'INTÉRÊT ÉCONOMIQUE POUR LA GESTION DES NAVIRES OCÉANOLOGIQUES (GENAVIR)

Administrateur unique

M. Alain SCIARD.

- *Unité de gestion de l'armement des navires* (installée à Brest - Centre Océanologique de Bretagne).  
Commandant Inspecteur : M. Marcel PRISER.  
Capitaine d'Armement : M. Jean CORNIC.
- *Unité de gestion administrative et financière* (installée à Brest - Centre Océanologique de Bretagne) : M. Emmanuel NOEL.



- *Unité de gestion de l'armement des engins* (installée à Toulon - Base Océanologique de Méditerranée) : M. Claude CAILLART.

## FRANCE-AQUACULTURE

Président du Conseil d'Administration : M. Gérard PIKETTY.  
 Directeur Général : M. Jacques PERROT.  
 Secrétaire Général : M. René LE MARCHAND.  
 Directeur des Études et Interventions : M. Michel GIRIN.

## « OCEANOLOGICA ACTA » REVUE EUROPÉENNE D'OCÉANOLOGIE

### Comité de Direction

M. Guy AUBERT - représentant le CNRS.  
 M. Michel DELAIS - représentant l'ORSTOM.  
 M. MORIZUR - représentant la MIDIST.  
 Mme Jacqueline FUNCK - représentant l'IFP.  
 M. Philippe GRAFTIEAUX - représentant le CNEXO.

### Rédacteur en chef

M. Guy P. de SAINT-MAUR.

# Annexe 2

## INDEX DES OPÉRATIONS DE PROGRAMME EN 1980

### THÈME 1 - CONNAISSANCE ET EXPLOITATION DE LA MATIÈRE VIVANTE

#### Objectif 1 : Structure et fonctionnement des écosystèmes

- « Écologie de la production » (D. REYSS - Siège).

#### Objectif 2 : Gestion rationnelle des stocks exploitables et valorisation des produits de la mer

- « Gestion rationnelle des stocks » (J.-C. DAO - COB).
- « Valorisation des produits de la mer » (D. REYSS - Siège).
- « Thon Pacifique » (A. Michel - COP).

#### Objectif 3 : Aquaculture

- « Génétique-Physiologie-Pathologie » (D. REYSS - Siège).
- « Biotechnique de l'Aquaculture » (J. GUILLAUME - COB).
- « Aquaculture Manche-Atlantique » (J.-C. LE BOUC - COB).
- « Aquaculture Méditerranée » (P. ROUZAUD-BOM).
- « Aquaculture tropicale » (A. MICHEL - COP).

### THÈME 2 - CONNAISSANCE ET EXPLOITATION DES RESSOURCES MINÉRALES ET FOSSILES

#### Objectif 1 : Formation superficielle du plateau et de la marge continentale

- « Ressources minérales du plateau continental » (A.P. CRESSARD - COB).
- « Génie géologique sur la marge continentale » (B. GÉRARD - COB).

#### Objectif 2 : Formations superficielles des bassins profonds

- « Nodules AFERNOD » (J. LEMAIRE - COB).
- « Genèse des nodules polymétalliques » (G. PAUTOT - COB).
- « Déchets radioactifs » (R. LE SUAVE - COB).

#### Objectif 3 : Structure des marges continentales

- « Marges européennes Nord-Atlantique » (J.-C. SIBUET - COB).
- « Marges Méditerranée » (G. PAUTOT - COB).
- « Recherches exploratoires sur les marges » (G. PAUTOT - COB).

#### Objectif 4 : Croûte océanique

- « Étude des dorsales » (J. FRANCHETEAU - COB).
- « Géochimie et caractérisation des roches du substratum océanique » (H. BOUGAULT - COB).

### THÈME 3 - INTERVENTION DE L'HOMME SOUS LA MER

#### Objectif 1 : Tenue des structures en mer (P. OZANNE - COB).

#### Objectif 2 : Adaptation de l'homme au milieu marin

- « Physiologie hyperbare » (D. GIRARD - Siège).

#### Objectif 3 : Systèmes sous-marins

- « Instrumentation, équipement, acoustique (Brest) » (P. JUHEL - COB).
- « Acoustique sous-marine (Toulon) » (B. GRANDVAUX - BOM).
- « Engins inhabités » (B. GRANDVAUX - BOM).
- « Engins habités » (B. GRANDVAUX - BOM).
- « Développement des technologies industrielles » (P.-M. VITUREAU - Siège).

### THÈME 4 - PROTECTION ET GESTION DU MILIEU MARIN

#### Objectif 1 : Océanographie chimique (F. GARNIER - Siège).

#### Objectif 2 : Évaluation de l'état de l'environnement marin

- « Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) » (M. CHAUSSEPIED - COB).
- « Biodégradation des polluants marins » (P. NOUNOU - Siège).
- « Centrales nucléaires » (P. CHARDY - COB).
- « Amoco Cadiz » (J.-L. d'OZOUVILLE - COB).
- « Étude des zones particulières » (J.-L. MAUVAIS - COB).
- « Étude des poissons nécrosés » (P. NOUNOU - Siège).



---

**Objectif 3 : Méthodes et technologies de lutte contre les pollutions marines**

- « Technologie de lutte antipollution » (P.-M. VITUREAU - Siège).

**THÈME 5 - ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET CLIMATIQUE**

**Objectif 1 : Observation à petite échelle : études théoriques et en laboratoires** (F. GARNIER - Siège).

**Objectif 2 : L'Océan et le climat**

- « Étude de processus d'échange d'énergie » (mouvements quasi géostrophique Atlantique Nord-Est) (F. MADELAIN - COB).

- « Observation synoptique » (J.-L. HYACINTHE - Siège).

**Objectif 3 : Océanographique physique appliquée**

- « Courants profonds et dispersion » (F. MADELAIN - COB).
- « Houle et climatologie des états de la mer » (A. CAVANIE - COB).
- « Technologie grand large » (P. TILLIER - COB).
- « Télédétection et océanographie côtière en Manche et Atlantique » (J.-L. MAUVAIS - COB).
- « Télédétection et programme Méditerranée » (J.-L. HYACINTHE - Siège).

**Objectif 4 : Énergie des mers** (P. MARCHAND - Siège).

---

## Annexe 3

### INDEX DES CONTRATS D'INCITATION

**LISTE DES CONTRATS D'INCITATION CNEXO - LABORATOIRES UNIVERSITAIRES EN 1980**

**UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE I/PROVENCE ET AIX-MARSEILLE II**

**Unité de Physiologie hyperbare**

- Étude des échanges thermiques et du tremblement hyperbare chez le chat.

**UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE II**

**Station Marine d'Endoume**

- Physiologie de la nutrition des crustacés.
- Nutrition des lousps.
- Étude du fonctionnement des écosystèmes conchylicoles.
- Évolution des peuplements bactériens et microphytes des marais pollués de l'île Grande.

**Laboratoire « Structure et Fonction des biomembranes »**

- Influence de la nitrification sur la capacité de biodégradation des hydrocarbures.

**Institut Mécanique Statistique de la Turbulence (IMST)**

- Étude des échanges de masse à l'interface eau-atmosphère.

**Laboratoire de Microbiologie du Milieu Marin**

- Étude Bactériologique des sédiments abyssaux.

**UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE III**

**Laboratoire de Biologie Marine**

- Écophysiologie appliquée aux bassins de production.

**Laboratoire de Chimie Organique A**

- Métabolites dans les produits de dégradation bactérienne des hydrocarbures.
- Évolution des hydrocarbures dans les sédiments de l'île Grande polluée par le naufrage de l'« AMOCO-CADIZ ».

**UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I**

**Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine (IGBA)**

- État de surveillance écologique sur le site du Blayais.
- Contrôle des sédiments superficiels effectué dans le cadre du RNO.

**Institut de Biologie Marine (Arcachon)**

- Fonctionnement et optimisation d'écosystèmes productifs.

**Laboratoire de Spectroscopie et de Photochimie**

- Technologie d'analyse de traces de matière organique complexe.

**UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE (UBO)**

**Laboratoire d'Océanographie Chimique**

- Contrôle de la qualité du milieu marin en rade de Brest dans le cadre des travaux du RNO.
- Piégeage des hydrocarbures dans le sédiment de l'Aber Benoît (3<sup>e</sup> année).
- Suivi de l'évolution de la pollution par les hydrocarbures du sédiment de surface dans l'Aber Benoît. Examen des teneurs en hydrocarbures à différentes profondeurs dans le sédiment.
- Analyse des caractéristiques hydrologiques et chimiques de la zone côtière Nord-Bretagne. Comparaison de l'Aber Benoît et de la rade de Brest.

**Laboratoire de Chimie Organique**

- Étude des métaux trace dans le milieu marin.

**Laboratoire de Bactériologie, Faculté de Médecine**

- Biodégradation des hydrocarbures par les bactéries du genre *Bacillus*.

**Laboratoire de Géographie Physique**

- Étude par télédétection des eaux de la baie de Seine.

**Service de Pathologie, Faculté de Médecine**

- Étude sur la pathologie des huîtres.
- Étude de la toxicologie des composés fluorés.



- Étude des effets de la pollution par hydrocarbure sur l'ostréiculture (3<sup>e</sup> année).

#### **Service de Physiologie, Faculté de Médecine**

- Étude des effets de la pression « per se » et des pressions partielles de différents gaz inertes.

#### **Laboratoire de Zoologie**

- Contrôle bactérien des élevages de mollusques.
- Caractérisation du voile biologique formé sur substrats artificiels en milieu marin.

#### **Laboratoire de Spectrochimie Moléculaire**

- Analyse d'échantillons de rouille par spectrométrie « infra-rouge ».

#### **Laboratoire d'Océanologie et de Géodynamique**

- Stratigraphie de la marge armoricaine.
- Travaux préparatoires aux campagnes dans l'Ouest Pacifique, Méditerranée et Caraïbes.

#### **Laboratoire de Biologie Marine**

- Étude des effets des pollutions de l'« AMOCO-CADIZ » sur les poissons plats des Abers.
- Recherches expérimentales sur l'élevage des poissons plats.

#### **Laboratoire d'Océanographie Biologique**

- Suivi de l'impact écologique sur le benthos intertidal. Études intensives.
- Fonctionnement d'écosystèmes côtiers sensibles : baies de Concarneau et Douarnenez.
- Étude de la dynamique des populations et gestion des stocks de pectinidés et thonidés.
- Étude intensive d'impact écologique de la pollution pétrolière de l'« AMOCO-CADIZ » sur les communautés littorales des fonds rocheux et sur les plages (3<sup>e</sup> année).
- Étude de la dynamique des populations des stocks de langoustines du golfe de Gascogne et de la mer d'Irlande.
- Suivi de l'impact écologique sur le benthos intertidal. Bilan général.
- Impact des pollutions par hydrocarbures sur la croissance, la mortalité et la production de populations de mollusques et poissons de la région de Saint-Efflam.
- Contribution à l'analyse faunistique qualitative et quantitative des espèces majeures des peuplements de zooplancton de la côte Nord Bretagne.

#### **Laboratoire de Physiologie Animale**

- Détermination du taux de catécholamines plasmatiques du saumon.
- Prévention d'effets nocifs du sable sur les baigneurs.

#### **Laboratoire de Pétrologie**

- Pétrologie et géochimie de la croûte océanique.

#### **Laboratoire de Chimie**

- Interactions entre métaux lourds et espèces organiques présentes dans le milieu marin.

#### **Laboratoire d'Océanographie Physique**

- Climatologie et dynamique des interfaces : plateau continental armoricain et Atlantique équatorial.

- Étude de la zone côtière située entre les îles de Belle-Ile et de Noirmoutier.

#### **Laboratoire de Chimie Moléculaire**

- Évolution des organo-métalliques dans le milieu marin.

#### **Laboratoire de Géophysique**

- Analyse des hétérogénéités latérales par méthodes d'inversion.

### **UNIVERSITÉ DE CAEN**

#### **Laboratoire de Géologie Marine**

- Étude des zones de sédimentation fine de la partie orientale de la baie de Seine.
- Étude de la répartition et de l'évolution de la pollution des sédiments par les hydrocarbures de l'« AMOCO-CADIZ » en baie de Morlaix et en baie de Lannion.

### **UNIVERSITÉ DE GRENOBLE I**

#### **Institut de Mécanique**

- Modélisation de la circulation océanique et turbulence géophysique.
- Remise en état et amélioration d'un modèle numérique de la Manche.
- Étude de la dynamique des fluides géophysiques. Turbulence en fluides tournants.

### **UNIVERSITÉ DE LILLE I**

#### **Institut de Biologie Maritime et Régionale de Wimereux**

- Étude de la surveillance écologique sur le site de Gravelines et de Paluel.
- Croissance des populations de moules à proximité des sites EDF en bordure de mer — site de Granville.

#### **Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie**

- Paléoenvironnements continentaux et marins du domaine Atlantique.

#### **Laboratoire de Chimie Minérale et Méthodologie Analytique**

- Contrôle des polluants chimiques dans la matière vivante.

#### **Service de Biologie Animale**

- Étude des nécroses de poissons.

#### **Laboratoire d'Optique Atmosphérique**

- Étude par télédétection des eaux de la région Nord/Pas-de-Calais.

#### **École Nationale Supérieure de Chimie -**

#### **Laboratoire de Catalyse et de Physicochimie des Solides**

- Étude des nécroses des poissons.

### **UNIVERSITÉ DE LYON I (CLAUDE-BERNARD)**

#### **Institut Michel Pacha**

- Étude du métabolisme des lipides chez le loup d'élevage.
- Recherche sur le métabolisme du loup en élevage.

### **UNIVERSITÉ DE NANTES**

#### **Laboratoire de Biologie Marine**

- Étude de la fertilité des claires à huîtres de Vendée.



**École Nationale Supérieure de Mécanique -  
Laboratoire d'Hydrodynamique Navale**

- Étude de mesure de rendement sur un houlomoteur et des performances possible d'un houlomoteur immergé.

**UNIVERSITÉ DE PARIS V (RENÉ DESCARTES)**

**Institut de Recherches Orthopédiques**

- Études des propriétés des coraux en vue de leur utilisation dans des greffes osseuses.

**UNIVERSITÉ DE PARIS VI (PIERRE ET MARIE CURIE)**

**Laboratoire Arago (Banyuls-sur-Mer)**

- Analyse du fonctionnement de l'écosystème benthique, nature, rôle de la matière organique.

**Laboratoire d'Histophysiologie Fondamentale et Appliquée**

- Étude des nécroses de poissons.

**Station Zoologique (Villefranche-sur-Mer)**

- Régulation et modélisation de cultures de phytoplancton naturel et de copépodes.

**Laboratoire de Sexualité et Reproduction des Invertébrés**

- Étude du contrôle du sexe chez la chevrete.

**Laboratoire de Géologie Structurale**

- Étude des processus tectoniques, volcaniques et hydrothermaux à l'axe de la dorsale Est-Pacifique.

**Laboratoire de Biologie Végétale Marine**

- Recherches sur les algues d'intérêt général.

**Laboratoire de Physique et Chimie Marines**

- Étude des propriétés de transmission et de réflexion d'un pinceau laser en milieu marin.

**Laboratoire de Physique et Chimie Marines  
(Villefranche-sur-Mer)**

- Études pluridisciplinaires en Méditerranée.

**Institut Physique du Globe**

- Géochimie isotopique.

**UNIVERSITÉ DE PARIS VII**

**Laboratoire de Géochimie et Cosmochimie**

- Géochimie isotopique.

**UNIVERSITÉ DE PARIS XI (ORSAY)**

**Laboratoire de Géophysique et Géodynamique Internes**

- Comportement mécanique des plaques océaniques : modèles de failles transformantes.

**UNIVERSITÉ DE PERPIGNAN**

**Centre de Recherche et de Sédimentologie Marine**

- Travaux de la 6<sup>e</sup> phase du RNO sur le littoral des Pyrénées-Orientales.

**UNIVERSITÉ DE RENNES**

**Laboratoire de Botanique**

- Étude d'impact sur la végétation phanérogame des marais maritimes de l'île Grande.

**École Nationale Supérieure de Chimie**

- Processus hydrothermal et génie chimique.

**Institut National des Sciences Appliquées -  
Laboratoire d'Analyse Numérique**

- Modélisation des écoulements océaniques sur un obstacle.
- Modélisation des ondes excitées par un vent variable sur un courant moyen équatorial.

**UNIVERSITÉ DES SCIENCES  
ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC**

**Station de Biologie Marine et Lagunaire (Sète)**

- Recherches sur l'aquaculture de nouvelles espèces.
- Recherches sur l'avancement de la ponte du loup et sur l'élevage du sar.

**Laboratoire d'Hydrologie Marine**

- Écosyphysiologie des lagunes d'aquaculture.

**Centre de Physiologie des Invertébrés**

- Lutte contre le parasitisme du loup d'élevage.
- Recherche sur la biologie de la cigale de mer.

**Centre de Géologie et de Géophysique**

- Magmatisme lié à l'ouverture de l'Atlantique-Nord.

**CENTRE UNIVERSITAIRE  
ANTILLES-GUYANE (POINTE-A-PITRE)**

- Étude des macrosalissures marines pour un site ETM aux Antilles.

**CENTRE NATIONAL  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)**

**Centre des Faibles Radioactivités**

- Transfert des métaux en haute mer, en Méditerranée.
- Étude d'interprétation des données rassemblées par le BNDO.

**Station Biologique (Roscoff)**

- Biodégradation et influence des hydrocarbures sur la microfaune en système expérimental.
- Étude de référence écologique des sites de Penly et de Plogoff.
- Analyse floristique qualitative et quantitative des espèces majeures des peuplements phytoplanctoniques de la côte Nord de Bretagne.
- Évolution des peuplements benthiques sublittoraux du substrat meuble soumis à la pollution par les hydrocarbures de l'« AMOCO-CADIZ ».
- Étude d'impact écologique de la pollution pétrolière dans la région de Roscoff et de la baie de Morlaix (3<sup>e</sup> année).

**ÉCOLE NATIONALE D'INGÉNIEUR DE TARBES**

- Étude et réalisation d'un dispositif mécanique de transmission de l'énergie récupérée par le houlomoteur.

**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE  
DES ARTS ET MÉTIERS (PARIS)**

**Laboratoire de Photochimie**

- Étude de la photo-oxydation des produits pétroliers.



## ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE

### Laboratoire de Géologie

- Étude sur le plomb dissous en milieu marin.
- Comportement des radionucléides artificiels dans l'estuaire de la baie de Seine.

### Laboratoire de Géographie

- Étude par télédétection de la température et de la turbidité des eaux côtières en Gironde, Loire, Manche occidentale et centrale.

## INSTITUT CURIE - SECTION PHYSIQUE ET CHIMIE

- Étude sur l'utilisation du rayonnement électro-magnétique (analyse LURE).

## INSTITUT NATIONAL D'ASTRONOMIE ET DE GÉOPHYSIQUE (INAG)

- Géochimie croûte et manteau.

## INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE ET CENTRE DE RECHERCHE PÉTROGRAPHIQUES ET GÉOCHIMIQUES (NANCY)

- Processus hydrothermal océanique.

## MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE (MNHN)

### Laboratoire d'Océanographie Physique

- Étude de la dynamique des tourbillons au large à moyenne échelle Atlantique.
- Étude des ondes et flux dans la couche de mélange et sa modélisation.
- Étude de la circulation générale dans la proche Atlantique Nord et l'océan Indien équatorial.
- Étude de la dynamique des systèmes océaniques associés à des remontées d'eau.

### Laboratoire du Muséum CERS (Biarritz)

- Contribution à l'étude du modèle de régulation de la synthèse des enzymes digestives.

### Centre de Tri d'Océanographie Biologique (CENTOB)

- Travaux du CENTOB.

### Laboratoire Maritime de Dinard

- Étude écologique d'avant-projet du site marémoteur du golfe normano-breton.

### Laboratoire de Cryptogamie

- Étude du microphytobenthos en rivière de Morlaix.
- Analyse d'échantillons d'eau de mer et de sédiments.

### Laboratoires de Physiologie Générale et Comparée et d'Endocrinologie Comparée

- Étude des lésions des poissons liées aux effets toxiques de composés chimiques.

## CONTRATS D'INCITATION 1980 AUTRES QU'UNIVERSITAIRES

## ASSOCIATION DE RECHERCHE SUR LES GLISSEMENTS DE TERRAIN

- Application des méthodes géophysiques à la reconnaissance des sols marins. Études in-situ.

## CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES (CNES)

- Étude des phénomènes océanographiques dans l'Atlantique Nord à partir d'analyses simultanées des différents senseurs du satellite SEASAT.

## COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE - SECTION D'APPLICATION DE LA RADIOACTIVITÉ

- Chimie des constituants mineurs, phénomènes d'échange d'ions métalliques par marquage.

## COMPAGNIE GÉNÉRALE POUR LES DÉVELOPPEMENTS OPÉRATIONNELS DES RICHESSES SOUS-MARINES (CG. DORIS)

- Étude d'un dispositif d'ancrage.

## COMPAGNIE MARITIME D'EXPERTISE (COMEX)

- Évaluation de la plongée profonde à partir du sous-marin porte-plongeurs.
- Étude de la décompression du singe *Papio papio* exposé à des pressions de plus de 70 bars.

## COMPAGNIE DES SALINS DU MIDI ET DES SALINES DE L'EST

- Recherche sur le traitement des cystes d'artémies des salines de la Compagnie des Salins du Midi en vue de leur utilisation en aquaculture.

## ÉCOLE NATIONALE DES INGÉNIEURS DES TRAVAUX RURAUX ET DES TECHNIQUES SANITAIRES

- Étude de l'acceptabilité du milieu marin en rade de Brest.

## ÉCOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUÉES (ENSA) DE RENNES

- Gestion des stocks de bivalves et de langoustines et formulation d'aliments pour crevettes.

## ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS DE BRETAGNE

- Réduction de la bande passante nécessaire à la transmission d'un signal télévision.
- Élaboration d'un modèle permettant de tester différents types de modulation.
- Traitement et acquisition de données.

## FONDATION SCIENTIFIQUE RICARD

- Étude des bactéries associées aux algues planctoniques.

## FRANCE-AQUACULTURE

- Étude, réalisation et expérimentation d'un bassin prototype d'aquaculture de type raceways.
- Étude du développement des salissures marines en milieu tropical.
- Élevage expérimental de soles, turbots, saumons, crevettes et mollusques dans l'île de Noirmoutier.

## IMPHY - PARIS

- Étude, réalisation et expérimentation d'un appareillage d'identification magnétique des poissons.



#### INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE (IFP)

- Étude par analyse d'échantillons de l'évolution de la pollution des sédiments de l'Aber Wrach, consécutive à l'échouement de l'« AMOCO-CADIZ ».

#### INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL (IGN)

- Étude de la faisabilité d'un réseau géodésique sous-marin pour la détection et la mesure de mouvements actuels.

#### INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (PARIS-GRIGNON)

- Étude des techniques d'élevage des ormeaux, des poissons plats et des salmonidés.

#### INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA)

- Étude des problèmes de reproduction et de génétique des salmonidés.

#### INSTITUT NATIONAL EN RECHERCHE INFORMATIQUE ET AUTOMATIQUE (INRIA)

- Mise au point d'une méthode d'analyse modale multidimensionnelle.

#### INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

- Analyse des effets à long terme des changements de taux ambiant d'oxygène et de gaz carbonique dans les milieux d'élevage.
- Étude de la reproduction de *Penaeus japonicus*, *Penaeus stylirostris* et *Penaeus vannamei*.

#### INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES (ISTPM)

- Étude de la décontamination des huîtres.

#### OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER (ORSTOM)

- Étude et mise au point d'un intégrateur numérique d'échos à microprocesseur.
- Étude du champ thermique à la surface de l'océan d'après les images dans l'infrarouge thermique acquises par le satellite METEOSAT 2.

#### PAPPON (M. JEAN) (INGÉNIEUR CIVIL)

- Étude de systèmes d'ancrage à rayon d'évitement minimum.

#### SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MÉDECINE PRATICIENNE DU TRAVAIL SUBAQUATIQUE

- Prestations médicales en physiologie hyperbare : exposition accidentelle au froid en plongée profonde.

#### SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR LA PRÉCONTRAÎTE « STRUCTURES »

- Étude préalable d'un avant-projet de bassins d'essais pour les matériels antipollution.

#### SOCIÉTÉ NATIONALE ELF-AQUITAINE (SNEA)

- Mise au point d'une méthode de surveillance des assemblages tubulaires par émission acoustique : réalisation d'un essai grandeur nature.

#### SOCIÉTÉ NEREIDES

- Mise au point d'un système prototype de traitement à bord d'une bouée de données relatives à la houle.

## Annexe 4

### PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES DU CNEXO EN 1980

#### Deux titres majeurs

- « Naissance d'un Océan. Cyamex ».
- « Instrumentation Océanographique. Catalogue ».

#### Rapports scientifiques et techniques

- « Photographie sous-marine et analyse des peuplements benthiques. Essais en Rade de Brest ». Par P. Chardy, Y. Guennegan, J. Branellec.
- « Le Bassin Liguro-Provençal. 1950-1973 ». Par F. Nyffeler, J. Raillard, L. Prieur.

- « Ulcérations des poissons et mammifères marins pêchés dans les eaux côtières françaises ». Résultats de la première phase, 1<sup>er</sup> janvier 1978 - 31 décembre 1979.

#### Résultats des campagnes à la mer

- « Expérience N.E.A.D.S. » vol. 2. « Campagne CIPREA ».
- « Campagne ÉCOMANCHE I et II », « Campagne CYADANOIS ».

#### Actes de colloques

- « Production primaire et secondaires. Colloque franco-soviétique ». Station Marine d'Endoume, 8-12 janvier 1979.

#### Recueil des travaux du COB

N° 8 - 1980. 65 publications (1978-1979), 836 pages.

Photographies : C. RIVES MARINA CEDRI — Th. JUTEAU — P. BEUZART — P. ROUZAUD — T.A.A.F. — D. FOSTER-W.H.O.I. — I.F.P. — G. PAUTOT — C.E.A. — G. DASSONVILLE — J.F. COUCHOURON — P. JUHEL — A. RAPHAEL-CNRS — F. MANAUD — G. MASSART — MÉTÉOROLOGIE NATIONALE — Sté NEREIDES — ÉLECTRICITÉ DE FRANCE — U.I.E. — B. BALLARD — Studio MASI-TOULON — Y. CHOURAKI — C. LIMONIER — J.-P. de LONGUEAU SAINT-MICHEL

